

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



Estudio económico sobre las deficiencias de Hierro y Zinc en el manzano

(Golden delicious)

POR:

HUGO ALFONSO RIVERO LÁZARO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrícola y Ambiental

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2009

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Ingeniería

Departamento de Ciencias del Suelo

Estudio económico sobre las deficiencias de Hierro y Zinc en el manzano (Golden
delicious).

Por:

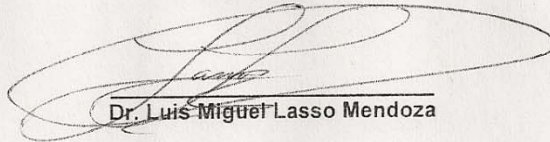
Hugo Alfonso Rivero Lázaro

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

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL


Aprobada

Presidente del jurado



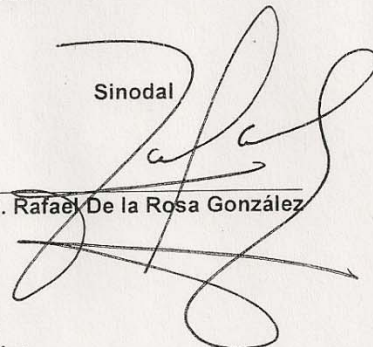
Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza

Sinodal



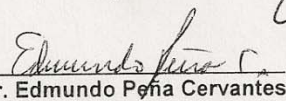
Dr. Emilio Rascon Alvarado

Sinodal



M.C. Rafael De la Rosa González

Suplente



Dr. Edmundo Peña Cervantes

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
División de Ingeniería
Departamento de Ciencias del Suelo

Estudio económico sobre las deficiencias de hierro y zinc en el manzano (Golden
delicious)

Por:

Hugo Alfonso Rivero Lázaro

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

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN INGENIERÍA


Dr. Raúl Rodríguez García
División de Ingeniería



AGRADECIMIENTO

Al Supremo Creador, Que sabiamente me conduce el laberinto de mi vida, por darme la oportunidad de conocer su inmenso amor expresado en todo cuanto me rodea. Y por cruzar en mi camino a seres y situaciones que a través de dolor y alegría que me conducen directamente al campo de la superación y el aprendizaje, logrando alcanzar las metas que surgen en el fondo del abastecimiento, siendo hasta los desafíos más grande de mi vida. Gracias señor por las dificultades se presentan para lograr resultados verdaderamente valiosos... gracias señor por tu gran bendición.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Alma Terra Mater) por admitir mi presencia y darme una oportunidad para adquirir en sus aulas el conocimiento requerido para mi formación en esta importante etapa de crecimiento intelectual y por todo el apoyo y facilidades brindados. Gracias por hacer de mí un profesionalista en la más noble de la ciencia; a agronómica.

A la persona que me enseñó el Dr. Luis Miguel Lasso Mendosa por darme la oportunidad de trabajar en sus proyectos de investigación, por sus conocimientos otorgados como profesor y enseñanza que me dio durante mi transcurso en la universidad. Le agradezco por todo su apoyo que me dio y gracia por su paciencia asía mí.

Al Dr. Emilio Rascón Alvarado; Por su constante apoyo en el desarrollo de esta tesis, por apóyame en todas las labores, y por su confianza.

Al M.C. Rafael de la Rosa González; Por su constante apoyo en el desarrollo de esta tesis, por apóyame en todas las labores, y por su confianza.

A l M.C. Blas Alberto Ríos Burciaga, por su apoyo, disposición aportada para llevar a cabo todo lo necesario en el desarrollo de éste trabajo.

Agradezco especialmente al Dr. Edmundo Peña Cervantes por su ayuda en el trabajo de laboratorio y por el tiempo brindado, la paciencia y el apoyo que me dio para realizar la presente investigación.

A la TLQ, Blanca E. Rodríguez Pérez, por su apoyo incondicional en toda la etapa de realización de éste trabajo.

A la empresa COSMOCEL por la generosidad y atención mostradas en la realización de este proyecto de investigación, apoyando de principio a fin...

A mis compañero de la generación CVII, por compartir los momentos especiales, risas, problemas, enfrentamientos y demás, durante mas de cuatro años

A todos Mis Amigos; Que me han apoyado incondicionalmente y que a pesar de la distancia siempre están presentes. Alma, (la micho) Alma, José fina al tunar, Fernando Amigon, Saúl García, Limber Pérez, Toño Artiaga, Erika arroyo, Eliazin, Marcos Rolfi, Gilber, Pulber, Juan Gabriel, Masiel arrollo, leti Morales.

DEDICATORIA

*A la memoria de mi madre, **Margarita Lázaro Montero** (†) Que fue la manifestación mas grande del amor, esa mujer divina que me dio y me regalo lo mas grande y hermoso que es la vida, cuidándonos con vehemencia de nosotros sus hijos. Mama gracias por tu sacrificio y por tu amor maternal que fue el único e incomparable. Pero sin duda, por haberme cuidado en todo momento de la vida. Esto es para ti tan solo un humilde ofrenda en agradecimiento por el gran amor que me brindastes*

A mis hermanos, Jorge Alberto y Hermes Alonso, por toda muestra de cariño y respeto, por su apoyo mostrado en cada situación de mi vida, por que ellos comprendían que la distancia física no es distancia emocional. Gracia por existir en mi vida.

*A mi Padre **Alfonso Rivero Arce**: Te dedico de manera especial este trabajo con mucho amor, respeto y admiración, a través de tu conducta, aptitudes y ejemplos, he logrado llegar a donde estoy. Todo lo que haz mostrado como padre, me permitió descubrir hasta donde llega mi capacidad de enfrentar la vida, de encontrar fortaleza. Cada paso que doy es uno más de tu desafío y aquí tiene otro resultado favorable, es tuyo. Gracia por confiar y dar me otra oportunidad de aprender libre y responsablemente.*

*A la persona que me brindo su gran apoyo **Sra. Julieta Reyes Martínez**; principalmente por el cariño y su invaluable amistad, sobre todo por el gran afecto que me dio en una de las etapas difíciles de mi vida le agradezco infinitamente todo lo que me ha brindado de manera desinteresada. Para usted mi admiración y sincero respecto señora Julieta. Dios la tenga siempre bajo su amparo.*

Con especial cariño a, María Adelaida Jarillo Campos y Estela Moreno Monsiváis; Por la amistad que me brindaron incondicionalmente, por los consejos que me dieron cuando mas los necesite, por las alegrías que pasamos juntos y por toda la confianza que me brindaron, se que no hay forma ni palabras para agradecer todo lo que hicieron por mi desinteresadamente, que dios las bendiga siempre y les deseo lo mejor de la vida.

CON AMOR Y GRATITUD, POR SIEMPRE A MI FAMILIA

INDICE DE CONTENIDO

PAG.

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	vi
INDICE DE CONTENIDO	viii
RESUMEN.....	xii
APITULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis:	2
1.2 Objetivos	3
CAPITULO II.....	4
REVISION DE LITERATURA	4
2.1 ORIGEN DEL MANZANO	4
2.2 MORFOLOGÍA DEL MANZANO.....	4
2.2.1 Raíz	4
2.2.2 Tallo.....	5
2.2.3 Hojas	5
2.2.4 Flores.....	6
2.3 PODA.....	6
2.3.1 Poda de formación	7
2.3.2 Poda de fructificación	8
2.3.3 Poda de rejuvenecimiento	8
2.4 VARIEDAD GOLDEN DELICIOUS	8
2.4.1 Clasificación Taxonómica.....	9
2.4.2 Altura sobre el nivel del mar.....	10
2.4.3 Latitud	10
2.4.4 Clima	10
2.4.5 Requerimientos Hídricos.....	13
2.4.6 Suelo.....	14
2.4.7 Síntomas de Deficiencia.....	33
2.4.8 Síntomas de exceso	35
2.4.9 Fertilización	37
2.4.9.1 El zinc en el suelo	40
2.4.9.2 Zinc en la palta.....	40

2.5 LOS QUELATOS Y LA MATERIA ORGÁNICA	48
CAPITULO III	49
MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
3.1 Localización del Sitio Experimental	49
3.2 Caracterización del Sitio Experimental.....	50
3.2.1 Clima	50
3.2.2 Precipitación Pluvial	51
3.2.3 Suelo.....	51
3.2.4 Vegetación.....	52
3.2.5 Manejo del huerto	52
3.3 Descripción del Material Experimental	52
3.4 Aplicación de los Tratamientos.....	54
3.5 Diseño Experimental.....	55
3.5.1 Parámetros Evaluados	55
CAPITULO IV	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1 Contenido de hierro.....	60
4.2 Contenido de Zinc.....	60
4.3 Crecimiento polar y ecuatorial del fruto.	61
4.4 Peso del fruto	62
4.5 Producción total	63
4.6 Categoría por producción.....	63
4.7 Categoría extra	64
4.8 Categoría Primera	65
4.9 Producción categoría segunda.....	66
4.10 Categoría tercera	67
4.11 Grados brix (°B).....	68
4.12 RELACION BENEFICIO- COSTO	68
CAPITULO V	70
CONCLUSIONES	70
LITERATURA CITADA	72
APÉNDICE	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 2. Mapa de localización del sito experimental.....	50
Figura 6.2 Presenta el grafico del peso del fruto fresco por cada tratamiento. .	62
Figura 6.3 Presentación la variable de producción de categoría extra del cultivo de manzano.	64
Figura 6.4 Presentación de las medidas obtenidas en la variable producción categoría primera en el cultivo de manzano	65
Figura 6.5 Presenta las medidas obtenidas en la variable de producción de categoría segunda en el cultivo del manzano,.....	66
Figura 6.6 Presenta las medidas obtenidas en la variable de producción de categoría tercera en el cultivo del manzano	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	pagina
Cuadro 5.1: Análisis de descripción de suelo	51
Cuadro 5.2 Niveles de exploración.	53
Cuadro 5.3 Tratamiento	53
Cuadro 5.4 Distribución por tratamientos.....	54
Cuadro 6.1 Concentración de hierro en follaje de manzano	60
Cuadro 6.2 Concentración de zinc en follaje de manzano.....	61
Cuadro 6.3 Se presenta la medida de respuesta que se obtuvieron para el crecimiento polar y ecuatorial del fruto fresco.....	62
Cuadro 6.4 Medidas de respuesta obtenida por la variable producción total...	63
Cuadro 6.5 Presentación de las medidas obtenidas en la variable de grados brix en la producción total.....	68
Cuadro 6.6 Relación Benéfico- Costo.....	69

RESUMEN

Palabras claves: Manzana (*Malus spp*) fruto, grado brix, Zinc, Hierro.

Los estudios se realizaron en el rancho San Isidro municipio de Arteaga, Coahuila, la fertilidad se efectuó en dos formas de aplicación una al suelo y la otra foliar, una fue después de la brotación y la otra antes de la brotación, se hicieron cuatro tratamientos con cuatro niveles de exploración. Se seleccionaron 44 arboles bajo el criterio de uniformidad en el vigor y porte de cada uno, previo a la aplicación de los tratamientos se realizaron las practicas de marcaje y poda a los arboles. La aplicación de fertilizantes al suelo se realizo en una sola aplicación incorporada en zanjas alrededor del árbol. Las aplicaciones foliares se hicieron en cuatro etapas la primera en formación de frutos, la segunda en crecimiento de frutos, la tercera en fruto y cuarto en fruto (fisiológicamente maduros). Los parámetros evaluados fueron grados brix rendimiento, calidad de fruto y total de azúcar.

Crecimiento de fruto en su diámetro ecuatorial y polar se obtuvo una diferencia entre los tratamientos.

El rendimiento fue clasificado en categoría; por lo que las categorías segunda y tercera fueron significativamente en las estadísticas, las categorías extra, primera de el rendimiento total si presentaron diferentes respuestas a la aplicación de los microelemetos.

Los grados brix mostraron diferencias a la aplicación de los micronutrientos.

Ambos micronutrientes si influyen tanto en el rendimiento de frutos, así mismo también afectan el rendimiento, los grados brix y la concentración de estos la planta de manzana.

El estudio económico de los fertilizantes se baso en los costo dela producción su aplicación y rendimiento que tubo en el tratamiento, en donde el tratamiento cuatro tuvo la mejor categoría pero el mejor fue el tratamiento tres ya q se obtuvo mejor producción, ya que tiene un beneficio costo de \$1 a \$5.30 m/n, por cada peso que invertido se recuperan 5.30 peso con treinta centavos. Ya que el tratamiento tres eleva la producción a 5330.122 kg/ha⁻¹. Con el tratamiento cuatro se obtuvo mejor cálida de fruto.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

México es un país que cuenta con grandes recursos, así como una privilegiada situación geográfica, con la presencia de diferentes condiciones climáticas, lo que hace que en él se pueda desarrollar un gran número de especies frutales tanto de clima cálido como de templados.

En la República Mexicana está entre los cinco países más importantes en producción de manzana, en América. Del total de esta superficie, cerca del 50% se ubica en el estado de Chihuahua, 14,100 hectáreas en Durango y 12,300 hectáreas en Coahuila. El resto de la superficie está distribuida en menor proporción en los estados de Puebla, Zacatecas, Hidalgo, Querétaro y otros, con una producción anual de 370,000 toneladas.

La región manzanera de Coahuila la componen los cañones de la Carbonera, Los Lirios, El Tunal, Jamé, San Antonio de las Alazanas y El Huachichil (Rodríguez, 1993).

En la región manzanera de Coahuila existen diferentes factores que limitan la producción de manzano, dentro de los cuales se puede mencionar las características de suelo (calcáreo), uso inadecuado de fertilizantes, ya que se presentan deficiencias de nutrimentos en los huertos principalmente de

nitrógeno, hierro, manganeso y potasio que año con año limitan el desarrollo y la producción de este cultivo (SARH, 1991). En la actualidad la fertilización que se lleva a cabo en esta región es poco uniforme en cuanto a época y forma de aplicación, así mismo la cantidad de fertilizante que se aplica es muy variable debido a que existe poca información avalada por la investigación para solucionar este problema, ya que los suelos de esta zona tienen un pH alcalino y altas cantidades de carbonatos, características que limitan la disponibilidad de hierro y Zinc otros nutrientes (P, Mg, Mn, Cu). Considerando la importancia económica y social que representa para los habitantes de la Sierra de Arteaga, Coahuila la explotación del manzano y dada la factibilidad de brindar una mejor nutrición al cultivo por medio de usos de la fertilización foliar, en el presente trabajo se plantean las siguientes:

1.1 Hipótesis:

Los productos que se emplean para la corrección de Hierro (Fe) y Zinc (Zn) son de los fertilizantes foliares más baratos y con una mayor relación beneficio costo.

La corrección de deficiencia de hierro (Fe) y Zinc (Zn) se realiza en forma más efectiva cuando se aplica de manera foliar el nutrimento.

1.2 Objetivos

Evaluar el beneficio-costo de diversos productos químicos para la corrección de la deficiencia de Hierro (Fe) y Zinc (Zn).

Determinar la corrección de la deficiencia de Hierro (Fe) Zinc (Zn) mediante análisis foliares.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 ORIGEN DEL MANZANO

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

Ramírez (1993) menciona que el origen del manzano *Malus Pumila* L. es Transcaucásica Central; mientras que en el Asia Central se originaron el *Malus Silvestris* L. y el *Malus iedzhiana* L.

2.2 MORFOLOGÍA DEL MANZANO

Ramírez (1993) cita que el manzano es un árbol de tercera dimensión, pues su altura es de 6 a 10 metros.

Tamaro (1979) cita que el manzano tiene una vida de 60 a 80 años, término medio, es decir aproximadamente la edad de un hombre y alcanza una altura en conjunto una altura de 15 metros.

2.2.1 Raíz

Ramírez (1993) menciona que cuenta con raíces con magnitudes de 3 a 8 metros; su tronco es tortuoso y tiene ramas gruesas, copa ancha y poco

regular; la raíz del manzano es típica, rastrera, ramificada, con derivaciones secundarias extendidas y una masa de raicillas que, en conjunto, forman la cabellera, poseen cofia y pelos absorbentes y alcanzan una longitud vertical de 1.5 a 2.0 metros y una longitud horizontal de 3.0 a 6.0 metros.

2.2.2 Tallo.

Es un órgano que se desarrolla a partir del embrión de la semilla; al principio es herbáceo y efectúa cierta acción fotosintética, función que posteriormente se pierde al hacerse leñoso y constituye en el tronco definitivo; presenta cubierta de lenticelas, lisa, unida, de color ceniciento verdoso sobre las ramas, y escamoso y gris pardo sobre las partes viejas (Ramírez, 1993).

Tamaro (1979) menciona que el leño es de color pardo pesado, duro, compacto y susceptible de pulimento; los anillos leñosos de las ramas y del tronco son de color oscuro y se hacen compactos muy pronto.

Ramas

Las ramas se insertan en ángulo abierto con el tallo, de color verde oscuro, a veces tendiendo al negruzco con yemas aplicadas y tormentosas, mientras que en el silvestre son lisas Tamaro (1979).

2.2.3 Hojas

Las hojas del manzano son caducas, alternas, acuminadas y son de un color verde oscuro por el haz y leñoso, y blanquecino por el envés y lo doble de

largo que el pecíolo, de cuatro a ocho nervios alternados y bien desarrollados (Ramírez, 1993).

Calderón, (1989) reporta que presentan estomas solo en el envés por donde se realiza la entrada de bióxido de carbono indispensable para la fotosíntesis.

Inflorescencia

La inflorescencia del manzano es un corimbo formado de tres a ocho flores, 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, a una posición terminal en las ramas de dos años.

2.2.4 Flores

Las flores son del grupo pentámero, con los estambres en la parte alta del pistilo; el óvulo presenta cinco alvéolos formados por la testa y el tegumento. El embrión contiene la radícula, el talluelo y dos cotiledones que envuelven a la plúmula (Ramírez, 1993).

2.3 PODA

Tamaro (1979) cita que la poda de los árboles frutales es el arte de disponer y de educarlos para que rindan la mayor utilidad posible.

Las operaciones de la poda que se practican durante el reposo de la vegetación se comprenden bajo el título de poda de invierno o poda seca.

La poda constituye por si misma la labor más importante que en la fruticultura, especialmente en árboles de hoja caduca, deba practicarse.

La poda es una labor que debe llevarse a cabo empleando en forma profunda la lógica y la deducción con el previo conocimiento exacto de las repuestas que el árbol dará a determinadas intervenciones (Calderón, 1983).

En árboles de pepitas la poda consiste en el despunte de ramas, para provocar brotación y formación en las bases de los mismos de elementos poco vigorosos, donde con el tiempo, debido a transformaciones, tendrá lugar la floración (Calderón, 1983).

En árboles frutales caducifolios, la época más propicia para la poda es el invierno, pudiendo utilizarse, en general, toda la estación de invierno para poder efectuar esta labor, sin embargo, suele preferirse el final de la misma para la poda (Ramírez, 1993).

La poda ya sea de formación o de producción, debe de estar fundamentada en la fisiología y la morfología de la especie o variedad de manzano (Ramírez, 1993).

2.3.1 Poda de formación

Esta poda tiene por objetivo dar al fruto tamaño y forma adecuada de un desarrollo equilibrado (Ramírez, 1993).

2.3.2 Poda de fructificación

Esta consiste en mejorar el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la productividad; los detalles de esta poda dependen de la especie o variedad de manzano (Ramírez, 1993).

Poda de Producción

La poda de producción se limita a eliminar ramas que se consideran excesivas, entre cruzadas, dañadas mecánicamente o por enfermedad; su propósito es mantener una buena distribución de la luz solar (Ramírez, 1993).

2.3.3 Poda de rejuvenecimiento

Esta es severa, se practica en frutales viejos, sin vigor, y en frutales abandonados y mal podados para que logren un crecimiento vegetativo vigoroso. (Ramírez, 1993).

2.4 VARIEDAD GOLDEN DELICIOUS

Álvarez (1988) menciona que la variedad Golden Delicious se originó de una selección de semillas en West Virginia en el huerto de A.H *Mallins*, tiene una amplia área de adaptación, es la manzana preferida en muchos países y la de mayor cultivo en los últimos años, es una variedad de otoño, se adapta a todos

los climas y situaciones, es de maduración intermedia. En cuanto al requerimiento de frío la variedad Golden Delicious requiere de 800 a 1000 horas de frío, los arboles son de vigoroso crecimiento, precoces y de gran producción; en algunas regiones pierden la hoja prematuramente, el fruto puede resultar pequeño por la excesiva producción, el cáliz es grande, serrado de base angosta, abrupta y cerrada, el tubo del cáliz es largo y ancho en forma de embudo, los sépalos están en forma de óvulo, separados en ramilletes, las semillas son grandes, carnosas y agudas.

Se compara como una excelente polinizadora para la mayoría de las variedades comerciales, cabe mencionar que es sensible a la carencia de magnesio, a los tratamientos cúpricos, al pulgón lanífero y ligeramente al chancro.

Álvarez (1988) aconseja establecer esta variedad en forma empalizada sobre porta injertos MM106 y MM111.

2.4.1 Clasificación Taxonómica.

Phylum ----- Spermatoahyta.

Clase ----- Dicotiledónea.

Orden ----- Rosales.

Familia ----- Rosaceae.

Genero ----- *Malus*.

Especie ----- *silvestres*.

Nombre Técnico: *Malus Silvestri, mill.*

2.4.2 Altura sobre el nivel del mar

Las alturas mas convenientes para el manzano son las que oscilan entre los 200 y 700 msnm, aunque se pueden obtener buenos resultados en los cultivos situados más bajos o ligeramente más altos que los señalados (Juscafresa, 1978).

2.4.3 Latitud

La altitud y topografía son unos de los factores que influyen en el desarrollo de los manzanos, ya que a esto, va vinculado a las heladas tardías que son en primavera (Wallace, T. 1966).

2.4.4 Clima

Lonsberg (1981) mencionan que los manzanos requieren climas que varíen de fresco a frío en invierno seguidos por un ascenso rápido de la temperatura en la primavera, con poca probabilidad de heladas a medida que las flores se desarrollan y sin deficiencia hídrica al inicio del ciclo. La alta radiación durante el ciclo promueve mayores tasas de fotosíntesis y por lo tanto grandes cantidades de asimilatos.

Rojas (1987) cita que las primeras yemas que brotan son casi siempre las apicales, siguiendo las florales, luego las mixtas y al final las vegetativas laterales. Probablemente este orden se debe a diferentes exigencias de frío, por lo que brotan primero las yemas de menor requerimiento.

El manzano soporta temperaturas inferiores a los -10°C . Los botones florales soportan temperaturas hasta -3.9°C ; sus flores abiertas soportan -2.5°C y los frutos recién formados hasta -1.6°C . Con un descenso mayor de la temperatura puede perderse la cosecha (Gispert, C. 1987)

Rojas (1987) señala que al igual para entrar en reposo y al salir de él hay un periodo de quiescencia, de modo que aunque las yemas hayan cubierto los requerimientos de frío no brotarán sino hasta que haya condiciones externas de temperatura y de horas luz adecuada, así que en estado final necesitan acumular horas de calor.

Westwod, (1982) cita que los requerimientos que debe tener el clima para la plantación de árboles templados son:

Las temperaturas invernales no deben de ser tan bajas que causen la muerte de la planta.

El invierno debe ser suficiente frío para satisfacer las necesidades de las yemas para salir del reposo.

El periodo de crecimiento (numero de días libres de heladas) debe de ser lo suficiente amplio para que maduren los frutos.

La temperatura y la luz durante el periodo de crecimiento deben de ser adecuadas para las especies en cuestión de forma que se obtenga frutos de buena calidad.

Calderón (1989) menciona que la distribución de los caducifolios se localiza en zonas frías en las que el invierno se presenta a bajas temperaturas que no les afectan, sino que al contrario, les son necesarias para su despertar anual en primavera. Esta presencia de temperaturas bajas es necesaria durante su época de reposo, para que por medio de ella pueda romper ese periodo de detención de actividades. La necesidad de horas frío para el manzano son muy variadas dependiendo de la variedad, en el caso de Winter Banana requiere de 400 a 450 horas frío, siendo para *Nerth Spy* de 1200 horas frío.

Para que los caducifolios rompan su estado de reposo se necesita:

Que hayan sido satisfechas sus necesidades de horas invernales.

Que se presenten temperaturas favorables al crecimiento.

Respecto a temperaturas favorables se considera como necesaria la existencia de un cierto número de días con temperaturas medias diarias que no bajen de 10°C.

Agrega que la temperatura óptima para acumulación de horas de frío es de 7.2°C y conforme ésta descende su valor se va reduciéndose.

Ramírez (1993) reporta que en el manzano las constantes térmicas son:

Para puntar las hojas de las yemas 0°C, para que abran las primeras flores 14 a 23°C.

Para que maduren los primeros frutos 27 a 30°C.

Para el principio de la caída de las hojas 16 a 21°C.

Los grados de calor necesarios en las diferentes fases de vegetación son: brotación 8°C, floración 8°C, maduración de frutos 18 a 25°C. El exceso de calor ocasiona daños de evaporación de agua en el terreno, marchitación de la hoja y frutos.

Los órganos florales son sensibles a las temperaturas bajas para la mayor parte de los frutales, los umbrales de resistencia se sitúan en: -9°C en la fase precedente a la aparición de los pétalos; -3°C en la aparición de los pétalos y -1.5°C en el periodo de floración a estas temperaturas hay daños en los órganos florales aun durante poco tiempo.

2.4.5 Requerimientos Hídricos.

Álvarez (1988) afirma que el manzano utiliza gran cantidad de agua, como todos los vegetales de fruto carnoso, y un árbol adulto necesita entre 200 y 300 litros de agua por año por kilo de fruta producida, para obtener una cosecha de 45 toneladas requiere de 900 mm por hectárea.

La evapotranspiración del cultivo (Etc.) es alta, entre 5,800 y 8,300 (sin malezas). Para el riego, a esta cifra se reduce la lluvia útil y se añade el agua del lavado del suelo, según la salinidad y la eficiencia del sistema de riego empleado, y puede llegar a 13,700 m³ por hectárea por año (Álvarez, 1988). Lonsberg (1981) citan que la suficiencia hídrica después de la cosecha incrementa la movilización de nitrógeno, promueve la morfogénesis de los estados finales de las yemas y la producción de reservas de carbohidratos que son movilizados a las yemas en crecimiento durante la primera.

2.4.6 Suelo

Álvarez (1988) menciona que el manzano posee una gran flexibilidad de adaptación para los diferentes tipos de suelo y se encuentran huertos de manzano en los terrenos mas dispares, el rendimiento en cada tipo de suelo no es igual, por lo que se sugiere no hacer plantaciones en suelos muy arenosos o excepcionalmente calizos.

Gispert (1987) recomienda para el manzano suelos permeables, ligeros, franco limosos, agrega que de acuerdo al porta injerto puede vegetar bien en suelos más o menos arcillosos o alcalinos.

Ramírez (1993) menciona que el manzano se adapta a diferente tipo de suelo, se desarrolla mejor sobre suelos francos, con buen drenaje y manto freático no menor de 1.2 metros. Recomienda que es necesario conocer las características

del suelo y principalmente del subsuelo, cuando menos a 1.5 metros de profundidad. Agrega que para que alcance su máxima producción requiere de suelos ligeramente ácidos con un pH de 6.5 a 6.8.

2.4.6.1 Suelos Calcáreos.

Cuando la precipitación no es suficiente como para eliminar los productos básicos de la intemperización, se desarrollan suelos alcalinos (Cepeda, 1991).

Los árboles frutales y los cultivos de hortalizas que se desarrollan en suelos calcáreos a veces muestran deficiencia de hierro, la cual puede controlarse asperjando una solución de sulfato ferroso al 5% a razón de 400 litros por hectárea. Esa sal también es efectiva cuando se inyecta en el tronco del árbol afectado. Con frecuencia resulta difícil hacer que los cultivos deficientes absorban suficiente hierro. Cuando eso ocurre, en ocasiones resulta más eficaces las formas quelatadas (Cooke, 1983).

Un exceso de cal en el suelo impide que las raíces del manzano puedan absorber el hierro, produciéndose la clorosis férrica. Estas pueden confundirse con las ocasionadas por asfixia o daños en la raíz (Álvarez, 1988).

2.4.6.2 Función Fisiológica de los Elementos.

Millar (1982) cita que no solamente se requiere que los elementos nutritivos estén presentes en forma tal que las plantas puedan utilizarlos, sino que

también debe de haber un balance entre ellos, de acuerdo con las cantidades que la planta necesita. A pesar de haber recibido considerable estudio la estructura atómica a través de los años, no ha sido posible predecir la esencialidad de un elemento. La esencialidad fue determinada en cada caso por la exclusión de un elemento particular en el medio en que las plantas se desarrollan.

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

La planta no completa su ciclo de 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 constituyente metabólico esencial, o por lo menos, requerido para la acción de una enzima.

La acción del elemento debe ser en el metabolismo vegetal y no a través de modificaciones del sustrato.

Calderón (1983) menciona que la nutrición de los árboles frutales, se realiza de acuerdo en dos fases interdependientes entre sí. La primera es la entrada al vegetal, a través de la raíz principalmente, de agua y de sustratos inorgánicos generalmente provenientes del suelo. La otra consiste en la síntesis que en la hoja y partes verdes de la planta se realiza de manera orgánica

simple por medio de la función clorofila, a partir de la cual el vegetal crea una gran serie de productos orgánicos que penetran en la absorción.

La nutrición tiene lugar en el interior de las células; pero para que esto ocurra es necesario que las sustancias nutritivas puedan llegar hasta todas las células y penetrar en ellas a través de su membrana. Esta membrana celular solamente es permeable a los gases, al agua y a las sustancias sólidas disueltas, a condición de que estas últimas sean de moléculas sencillas.

El agua y las sales minerales disueltas que se encuentran en el suelo, una vez absorbidas por la raíz, constituyen la savia bruta, la cual es transportada hasta las hojas y otras partes verdes, donde tiene lugar la elaboración de la materia orgánica. La savia bruta pierde agua y adquiere materia orgánica elaborada, transformándose en savia elaborada. La savia bruta circula por los vasos leñosos, mientras que la savia elaborada lo hace por los vasos liberianos.

2.4.6.3 Nitrógeno

El contenido de nitrógeno del suelo puede ser aumentado artificialmente mediante la adición de abonos orgánicos, ya sean estiércol, trituraciones vegetales o animales, pero debido a la baja proporción que estos contienen de ese elemento se requiere la adición de muy grandes cantidades de ellos para tener un aumento significativo. La baja disponibilidad de este tipo de abono y los altos precios a que se encuentran en el mercado hacen prohibitivo este

recurso, debiendo entonces recurrirse forzosamente a la fertilización con productos químicos.

En el árbol frutal el nitrógeno es determinante para el crecimiento vegetativo, promoviendo la formación de nuevos tallos y dando vigor a todos los elementos de ese tipo, que con su presencia se alargan y se hacen suculentos. Las hojas, en presencia de abundancia de nitrógeno, se hacen más grandes, de mayor superficie expuesta a la luz y de color verde intenso.

El nitrógeno tiene influencia en el contenido de proteínas de los productos vegetales, ya que es parte constituyente de ellas, al igual que la clorofila (Calderón, 1989).

Ramírez (1993) menciona que la falta de nitrógeno en el desarrollo y escaso vigor de los brotes, cuya corteza suele presentar una coloración amarillenta o rojiza; Las hojas son pequeñas, de color verde pálido al principio y acaban por amarillarse; la floración es poco abundante; los frutos son pequeños, de mediana calidad y sin aroma.

2.4.6.4 Fósforo

En suelos alcalinos calcáreos los iones fosfatos suelen formar fosfatos de calcio y magnesio, que son insolubles y se precipitan, llegando a formar parte de la fase sólida del suelo, no aprovechable por la planta. Otras veces forman sales dobles de calcio, toda vía mas insolubles e inaprovechables.

Solamente en suelos de pH normal el fósforo se puede encontrar en forma aprovechable, soluble, a manera de aniones fosfato.

El fósforo es un constituyente fundamental del ácido nucléico, por lo que es indispensable para la vida. Su presencia en los vegetales además, determina la formación de un buen sistema radical y tiene influencia en los procesos de reproducción al estimular la inducción floral y ayudar en la formación de las semillas en los frutos (Calderón, 1989).

La carencia de fósforo se manifiesta por la coloración roja y púrpura de las hojas antes de desprenderse prematuramente del árbol, color que es más aparente sobre las nervaduras del envés.

El contenido de fósforo en las hojas del árbol es muy estable y apenas se obtiene modificación con los abonados, salvo en las plantaciones asociados con praderas donde la movilidad es ligeramente apreciable (Álvarez, 1988).

2.4.6.5 Potasio

Calderón (1989) menciona que aun cuando los suelos del país, suelen ser ricos en potasio, éste va lentamente transformándose a soluciones solubles, que inmediatamente son aprovechadas por las plantas, por lo que a la disposición de ellas nunca hay grandes cantidades sino las que poco a poco van cambiando de estado. Por ello si es frecuente una buena respuesta a la adición de potasio a través de fertilizantes.

El potasio participa en la síntesis de hidratos de carbono y proteínas y disminuye la transpiración al permitir una economía de agua; asegura una resistencia a sequías, mantiene la turgencia de las células, favorece el desarrollo de las raíces, aumenta la resistencia a heladas; le da aroma, dureza, sabor y conservación de la fruta.

Los síntomas de carencia de potasio suelen advertirse en primavera, hacia mayo; esto se manifiesta cuando las hojas presentan menos de 0.75% de potasio, respecto a la materia seca de las mismas.

2.4.6.6 Calcio

Su existencia en los suelos es de orden muy superior a la de los otros elementos, siendo incluso considerados aquellos que poseen entre 5 y 10% como poco calizos.

En los suelos de regiones muy lluviosas el contenido de calcio suele ser muy bajo, debido a que el carbonato de calcio se va disolviendo en el agua y es lixiviado, pudiendo entonces llegar a tener problemas con deficiencias de este elemento, y con el pH, que tendería a bajar, al haber una relación bastante estrecha entre éste y la concentración de calcio (Calderón, 1989).

Se sabe que el calcio aumenta la conservación y la coloración de la manzana, y disminuye el riesgo de la mancha amarga o acorchado (bitter-pit), la

enfermedad del corazón pardo y otras enfermedades que se producen durante el almacenamiento frigorífico.

La falta de cal se observa en los terrenos muy ácidos, en los cuales los árboles se desarrollan con dificultad, la floración es débil e irregular, y los frutos ácidos y poco coloreados, y la materia orgánica del suelo se descompone mal. Por el contrario, el exceso de cal produce en el suelo combinaciones insolubles que dan lugar a carencias de hierro y de otros elementos (Álvarez, 1988).

2.4.6.7 Magnesio

Su existencia en los suelos es común en cantidades suficientes, presentándose bajo las formas de carbonato, sulfato u óxido de magnesio; en ocasiones puede llegar a estar en deficiencia (Calderón, 1989).

Álvarez (1988) menciona que el magnesio es un constituyente de la clorofila, por lo que su papel en la fotosíntesis es fundamental. La carencia de magnesio se presenta particularmente en los suelos muy ligeros y pobres en cal, en especial si se abonan con exceso de potasa y no se estiercolaron. El manzano es uno de los frutales más sensibles a la escasez de magnesio.

Los frutales cultivados en estos terrenos producen frutos pequeños, descoloridos e insípidos, que no terminan de madurar. En las hojas que

brotaron primero se observan zonas amarillas entre los nervios, alterando con bandas verdes e irregulares, y acaban por secarse.

La carencia de magnesio se traduce así, en ocasiones, en una caída prematura de las hojas a mediados de verano. Los síntomas pueden confundirse con las de la carencia de hierro (aunque la clorosis magnésica es sobre hojas viejas), y también con quemaduras producidas por caldos anti criptogámicos.

2.4.6.7 Azufre

El azufre se encuentra en el suelo como componente de muy diversos tipos de sustancias, en forma de sulfatos o de sulfitos muy comúnmente con otros nutrientes inorgánicos de las plantas. Su contenido en los tejidos vegetales varía de 0.05 a 1.5%, y aunque no es componente de la clorofila, su presencia se necesita en la síntesis de ella (Calderón, 1989).

El azufre forma parte de las proteínas, interviene en la actividad del cambium y favorece el desarrollo de las raíces. En los terrenos no suelen faltar, ya sea en forma mineral u orgánica, pues forma parte del estiércol y de muchos abonos minerales como superfosfato de cal, sulfato potásico, sulfato amónico etc. Las pulverizaciones de fungicidas, tales como el azufre polvo humectable, zinc, Captan, etc. son buena fuente del mismo (Álvarez, 1988).

2.4.6.8 Manganeso

Por vía biológica, en un medio con un pH superior a 5.5, el manganeso asimilable se oxida y pasa a formas asimilables; a su vez, en un medio más ácido o pobre en oxígeno, las formas oxidadas se reducen y pasan a asimilables.

El manganeso no forma parte de la clorofila, pero su presencia es imprescindible para su formación. Actúan también como catalizador en muchos procesos enzimáticos. Se absorbe bajo la forma de ion manganeso (Mn^{+2}).

Las deficiencias de manganeso se ponen de manifiesto con la aparición de un color amarillo rojizo entre los nervios de las hojas. Cuando las deficiencias son graves se producen una clorosis generalizada en toda la hoja, que resulta difícil de diferenciar de la clorosis férrica. Los agrios y los frutales de hueso, especialmente el melocotonero y el cerezo, son los cultivos más afectados por las deficiencias de este elemento (Fuentes, 1983).

2.4.6.9 Cobre

Trocme (1979) dicen que al igual al zinc, es poco móvil en el suelo; la elevación del pH disminuye también su disponibilidad. Algunos suelos por naturaleza son pobres en cobre cuando se derivan de rocas madres eruptivas ácidas (granito, granulita) o suelos ligeros ácidos, en los que el cobre se lixivió con facilidad.

Fuentes (1983) cita que la misión del cobre en la fisiología de la planta es importante, puesto que forma parte de algunas enzimas. Parece que incide favorablemente en la fijación del nitrógeno atmosférico por las leguminosas.

Las exportaciones de cobre por parte de la planta son muy pequeñas, por lo que no suelen presentarse deficiencias. Cuando éstas se producen son debidos a las siguientes causas:

Lavados de suelos arenosos que sean pobres en este elemento.

Exceso de cal, que impide la asimilación del cobre.

Fuentes (1983) menciona que el efecto más característico es la deformación y la muerte de las hojas jóvenes que se encuentran en la parte superior de las ramas, alrededor del mes de junio, seguida por la caída de las hojas y muerte de las ramas.

2.4.6.10 Boro

La misión del boro, todavía poco conocida, es esencial para el desarrollo de las plantas, debido a la influencia que ejerce en diferentes procesos fisiológicos, especialmente en la formación de la pared celular.

El boro tiene muy poca movilidad dentro de la planta; se acumula en los tejidos viejos y su traslado hacia los tejidos jóvenes se hace una dificultad. Como

consecuencia de ello, los síntomas de carencia se manifiestan en primer lugar en los brotes y hojas jóvenes, que se atrofian y deforman. Una carencia en los frutales se agrieta la corteza, aparece gomosis y se malforman los frutos (Fuentes, 1983).

2.4.6.11 Zinc

Trocme y Gras (1979) reportan que la buena asimilación decrece, a medida que se eleva el pH y en suelos muy ácidos puede llegar a alcanzar valores tóxicos aunque esto suceda raras veces; también puede sufrir una lixiviación profunda, dejando empobrecido el suelo.

Fuentes (1983) cita que la presencia de zinc es imprescindible para la formación de clorofila. Interviene como activador de algunas funciones importantes y participa en la formación de las auxinas y hormonas del crecimiento.

La carencia de zinc provoca anomalías en el desarrollo de las plantas: las hojas se alargan y los entrenudos se acortan, al tiempo que las hojas tienden a formar rosetas. Las hojas se ponen amarillas entre los nervios. Las plantas más afectadas por la carencia son: los cítricos, la vid y el maíz.

2.4.6.12 Molibdeno

El molibdeno es el único micro elemento cuya carencia se acentúa en suelos ácidos, en cuyo caso, dicha carencia desaparece con un encalado. La presencia de fósforo en el suelo provoca una liberación de molibdeno asimilable (Fuentes, 1983).

El molibdeno influye grandemente en los cambios de las substancias nitrogenadas en los tejidos de la planta, por ejemplo, reducción de nitratos (Fuentes, 1983).

2.4.5.13 Función Hierro

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 el pigmento clorofílico. Forma parte de muchas enzimas. Se asimila en forma de ión ferroso (Fe^{+2}) y también en forma orgánica (Fuentes, 1983).

Bidwell (1993) menciona que la extraordinaria importancia del hierro se relaciona con dos hechos importantes: el hierro es parte del sitio catalítico de muchas enzimas oxido-reductoras importantes, y es esencial para la formación de clorofila, aunque no forma parte de la molécula. La importancia del hierro en proteínas heme (citocromos y citocromo oxidasa) de la cadena transportadora de electrones se deriva de su capacidad de existir en forma oxidada o reducida; que puede adquirir o perder un electrón, sufriendo un cambio de valencia al

hacerlo. Sin embargo, también esta presente en varias enzimas oxidantes de importancia (por ejemplo catalasa y peroxidasa), en las cuales no sufre cambios de valencia.

Una de las consecuencias de su deficiencia es un incremento compensatorio en oxidasas no férricas cuya acción puede remplazarse parcialmente con la de las enzimas respiratorias que contienen hierro. Este es un elemento que forma parte de varias enzimas sin grupo heme como algunas flavo proteínas y la ferredoxina, agente transportador de electrones de extraordinaria importancia. Además, puede estar estructuralmente involucrado en lípidos lamelares del núcleo, cloroplastos y mitocondrias y parece requerirse en la síntesis de proteínas de membranas. Se ha demostrado que se requieren mayores niveles de hierro en la división celular que en la respiración, lo cual indica sus funciones múltiples.

El papel que cumple en la síntesis de clorofila no está claro, y puede tener relación tanto en la síntesis de componentes estructurales de los cloroplastos como en la síntesis de la propia molécula de clorofila. Se ha encontrado que la cantidad de hierro suficiente para mantener el crecimiento de la célula de Euglena es mas baja que la cantidad que demanda la síntesis de clorofila a un máximum. Así mismo, no está aparentemente involucrado de modo específico en aquellos pasos enzimáticos de la síntesis de clorofila que se han investigado. Tal vez la síntesis de esta molécula ocurre como parte de la síntesis total de la estructura del plastidio, la que se vería limitada en sí misma

si no hubiera suficiente hierro disponible para producir la cantidad necesaria de citocromos ferredoxina y otros compuestos férricos catalíticos o estructurales. Apoya este concepto el hallazgo de que la clorosis, resultante de la deficiencia de hierro, se caracteriza por la simultánea pérdida de clorofila y la desintegración de los cloroplastos. Esto es también consistente en el hecho de que el grado de clorosis en las hojas no guarda estrecha correlación con el contenido de hierro, a menos que éste se suministre a una tasa baja y constante.

2.4.6.14 El Hierro en el Suelo

Los óxidos de hierro más comunes en los suelos son la hematita (Fe_2O_3) y la geotita (Fe OOH). La geotita es característica de suelos muy intemperizados y de color café a café amarillento oscuro. (Bohn, 1993).

Domon (1986). Mencionan que el fierro esta comúnmente en suelos minerales en cantidades más allá de las necesarias para el manzano. La disponibilidad de este nutriente esencial, es por lo tanto, condicionado más por las formas en que se encuentra en el suelo o por el desbalance entre él y otros elementos nutrimentales en la planta que por su ausencia en el suelo.

Cepeda (1991), menciona que en algunos minerales, el hierro está presentado en su forma reducida o ferrosa (Fe^{+2}); si se produce la oxidación a

la forma férrica, mientras el hierro todavía forma parte red cristalina, deben de realizarse, al mínimo tiempo, otros ajustes iónicos bivalentes.

Jones et al (1991) dicen que el hierro existe en el suelo como catión férrico (Fe^{+3}) y ferroso (Fe^{+2}), siendo la segunda la forma activa que toman las plantas y su disponibilidad se afecta por el grado de aireación del suelo. Comentan que las plantas suficientes de hierro acidifican la rizósfera también como se descargan sustancias compuestas de hierro y mejoran la disponibilidad y extracción.

El hierro se encuentra a disposición de las raíces sobre todo bajo forma ferrosa, férrica y quelatada. Las raíces lo absorben bajo la forma de ferroso o en una cierta medida bajo la forma quelatada (Loué, 1988).

El hierro puede ser abandonado fuera del cristal y oxidado simultáneamente en forma férrica. El hierro es absorbido en cantidades muy pequeñas debido a que tiene muy baja solubilidad en la mayoría de sus compuestos en estado trivalentes (Elemer, 1982).

André (1988) menciona que el contenido de hierro soluble representa una parte pequeña del total, y que las formas solubles inorgánicas en solución son: Fe^{+3} , Fe^{+2} y en menor escala $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Hace ya varios años se observó que la clorosis férrica en huertos era inducida por el ion bicarbonato del agua de irrigación. Esta observación condujo a la suposición de que la fijación del bióxido de carbono por las raíces de las plantas era responsable de la clorosis férrica por la inactividad del hierro en la planta, (Tisdale, 1991).

Trocme, (1979) citan que la clorosis aparece principalmente en terrenos calizos o mas generalmente, en suelos de reacción alcalina. Además, el riego intensivo con aguas alcalinas favorece la aparición de clorosis férrica, sobre todo en los suelos poco ácidos.

En condiciones muy húmedas y de mala estructura, el bicarbonato puede acumularse y alcanzar concentraciones muy elevadas creando condiciones muy propicias a la clorosis de hierro (Loué, 1988).

Ramírez (1993), mencionan que la deficiencia de hierro en el manzano se manifiesta por un amarillamiento general de las hojas que recibe el nombre de clorosis.

Loué (1988) menciona que las condiciones que favorecen la clorosis de hierro son: suelos pobres en Fe, CaCO_3 libre o activo, contenido elevado en el suelo (o en el agua de riego) de HCO_3 , exceso de agua en el suelo por riego abundante y mal realizado, suelos ricos en fósforo asimilable, cantidades excesivas de metales pesados (Mn, Zn y Cu), mala aireación del suelo (exceso

de CO₂), temperaturas extremas y gran intensidad luminosa, nivel elevado de orgánicos en el suelo y daños a la raíces por nematodos u otros organismos.

Juscafresa (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 cal y Mg en el suelo bloquean al hierro y a pesar de estar en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos del árbol, es difícil su asimilación.

2.4.6.15 El Hierro en la Planta.

Las raíces lo toman como Fe⁺² o en forma de quelatos. La absorción de hierro inorgánico está ligada a la capacidad de las raíces a reducir el pH, y reducir el Fe⁺³ en Fe⁺² en la rizósfera. Dentro de los procesos fisiológicos, participa en la cadena de transporte de electrones, en la fotosíntesis así como en el metabolismo de las proteínas (Loué, 1988).

Westwod (1982) cita tres factores que afectan el nivel de nutrientes en las hojas: Disponibilidad de nutrientes por lo que respectan a las condiciones del suelo: pH, aireación y humedad disponible.

Interacciones iónicas (por ejemplo; los efectos sinérgicos o antagónicos de un ión, en el suelo o en la planta sobre la acumulación y utilización de los demás).

Fluctuaciones estacionales del nivel de nutriente en hojas debido a la cosecha pendiente, al clima y al patrón empleado. El hierro, el cobre y el zinc actúan como coenzimas y partes de grupos proteicos.

La porfirina de hierro es el grupo proteico en los citocromos; el elemento sirve como un donador y receptor de electrones en el proceso respiratorio. Las oxidasas terminales en el sistema de citocromos reducen el oxígeno molecular a agua (Kay, 1993).

Jones et al (1991) reportaron que el hierro es un componente de la proteína ferredoxina y se requiere para la reducción de sulfatos, nitratos, asimilación de nitrógeno y producción de energía (NADP) y funciona como catalizador de un sistema enzimático asociado con la formación de clorofila.

Los rangos de concentración según estos autores, en hojas son de 10 a 1,000 ppm en la materia seca con rango de suficiencia de 50 a 75 ppm, aunque el hierro total no se relaciona con suficiencia. La mayoría del hierro en la planta está en forma férrica (Fe^{+3}) como fosfoproteína férrica y el ion ferroso (Fe^{+2}) es la forma metabólicamente activa.

Calderón (1989), menciona que el fierro se encuentra en los vegetales entre 10 y 1000 ppm, pareciendo su función principal su acción en la síntesis de la 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 proteína de los cloroplastos. Así mismo ayuda a la síntesis de otros nutrimentos.

Tisdal (1991), El rango necesario de fierro en los tejidos de las plantas es normal entre 50 y 250 ppm. En general cuando el contenido de fierro está en 50 ppm o cuando el material se agota, es posible que ocurra la deficiencia. El fierro es absorbido por las raíz de la planta como Fe^{+2} , como Fe^{+3} , y como compuestos orgánicos o quelatos de fierro, algunos tejidos de plantas que contienen altos niveles de fierro en forma de Fe^{+3} pueden mostrar síntomas de deficiencia del mismo.

2.4.7 Síntomas de Deficiencia.

Las hojas de árboles deficientes en hierro tienen un patrón característico de clorosis. La parte intervenla de la lamina aparece blanquecina, y la región a lo largo de la vena central y las venas permanecen verdes. Las primeras hojas aparecen en primavera reciben las cantidades que se tienen almacenadas como reserva o que estén presentes en el torrente transpiratorio. Una vez que el hierro se fija como parte de los componentes celulares, tales como un factor coenzimatico, no se mueve. De aquí, que las hojas basales puedan estar ligeramente afectadas por deficiencia de hierro, y los síntomas se vuelven más fuertes hacia la parte apical (Kay, 1993).

En manzano, la clorosis afecta menos al crecimiento y considerablemente a la producción de yemas fructíferas y el desarrollo del fruto, que por lo general se cae.

Trocme,(1979), mencionan que la deficiencia de hierro se muestra como clorosis en las hojas, cuyos limbos adquiere un tinte verde pálido uniforme y también amarillo o casi blanco; y las nervaduras destacan de un color verde oscuro. Las clorosis empiezan en las hojas más jóvenes y se extiende poco a poco a las más viejas que no traslocan Fe hacia las jóvenes, debido a que el hierro es poco móvil en los tejidos. En casos graves, la clorosis va acompañada de zonas necróticas parduscas, irregulares, siendo más frecuentes en el borde del limbo. Las hojas caen prematuramente.

Los primeros síntomas aparecen, por lo general, dos a tres meses después de la reanudación de la actividad vegetativa y solo algunas veces mas tarde.

Cuando la deficiencia es ligera, se presenta un color pálido de las hojas terminales, luego se presenta una clorosis intervenal y cuando la clorosis es grave los nervios mas finos dejan de ser verdes, posteriormente los nervios principales y la hoja puede ser totalmente despojada de la clorofila (Loué, 1988).

Álvarez (1988) dice que los primeros síntomas visibles se manifiestan en las hojas de las puntas de las ramas, que se vuelven amarillas y terminan por

secarse, mientras que las partes próximas a las nervaduras permanecen verdes.

2.4.8 Síntomas de exceso

El hierro puede acumularse en cientos de ppm sin síntomas de toxicidad. Esto produce un bronceado de las hojas con diminutos puntos cafés en las hojas, un síntoma típico ocurre con arroz (Sifuentes, 1995).

Clorosis por exceso de otros nutrientes.

Nitrógeno. Las fertilizaciones nitrogenadas, nítricas o amoniacales, ejercen una influencia sobre la excreción del ión bicarbonato y sobre el pH del medio y por lo tanto favorece la clorosis de hierro. Los efectos de las diferentes formas de abonos nitrogenados sobre la clorosis de hierro, han presentado: deficiencia nula con sulfato amónico, ligera con nitrato amónico, deficiencias muy claras con nitrato de potasio y sobre todo nitrato de calcio (Loué, 1988).

Bar (1992) mencionan que en Israel estudiaron la clorosis férrica en dos portainjertos de aguacate, a los cuales les aplicaron varias dosis de nitratos (NO_3) y cloruros (Cl) en una solución nutritiva y encontraron que un incremento de NO_3 en la solución decrece la acumulación de Cl en las hojas. La clorosis férrica de hojas jóvenes fue inducida e incrementada con el tiempo en los tratamientos bajos de Cl y en los altos de NO_3

Potasio. La interacción entre el potasio y el hierro parece presentar aspectos contradictorios. Por otra parte, fue verificado que a menudo que los órganos cloróticos presentan contenidos elevados de potasio, por otro lado la deficiencia de potasio es a veces considerada como susceptible de favorecer o acompañar la clorosis férrica. En una planta deficiente de potasio y clorótica, la clorosis se incrementa con el aumento de absorción de potasio. El efecto del potasio favorable al hierro resultaría a la vez de la acidificación de la rizósfera, que favorece la absorción de hierro y por el aumento de la cantidad de la planta en ácido cítrico que favorece la movilidad del hierro (Loué, 1988).

Manganeso. Las cantidades demasiadas elevadas de manganeso en el medio nutritivo en relación al hierro induce síntomas de clorosis férrica (Loué, 1988).

Elemer, B. (1982), menciona que el exceso de manganeso en el suelo también contribuye a la deficiencia de hierro.

Cobre (Cu), Zinc (Zn) Y Molibdeno (Mo). Loué (1988) indica que el cobre, también genera clorosis de hierro. El cobre tiene más poder que el manganeso para inducir la clorosis férrica. Las plantas deficientes en zinc, tienen cantidades de hierro más elevadas, sin embargo, dosis elevadas de zinc en relación al hierro también inducen clorosis de hierro. El molibdeno agrava la clorosis de hierro indicada por manganeso en presencia de bajos niveles de hierro.

Jones, (1991) en el cuadro 1 mencionan el estado nutritivo de hojas del manzano (*Malus spp*) indicando los rangos bajos, suficientes y altos.

Cuadro 1 Rangos nutritivos de los elementos en el manzano.

ELEMENTO	BAJO	SUFICIENTE	ALTO
	%	%	%
N	1.07-1.89	1.90-2.60	2.7-3.00
P	0.10-0.13	0.14-0.40	>0.40
K	1.00-1.49	1.50-2.00	>2.00
Ca	0.00-1.20	1.20-1.60	>1.60
Mg	0.20-0.24	0.25-0.40	>0.50
S	0.00-0.20	0.20-0.40	>0.40
	ppm	Ppm	Ppm
B	20-24	25-50	>50
Cu	4-5	6-50	>50
Fe	40-49	50-300	>300
Mn	20-24	25-200	201-300
Mo	0.05-0.10	0.00-0.10	
Zn	15-19	20-100	>100

2.4.9 Fertilización

Ortiz, (1977) menciona que las plantas contienen pequeñas cantidades de 90 o más elementos de los cuales 16 se consideran esenciales para el desarrollo y reproducción de las plantas superiores. Estos elementos son: C, H, O, N, P, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, B, Zn, Mo y Cl. Para algunas algas se han encontrado necesarios el Co, Va y Na.

Jacob y Dexkull consideraran también esenciales para las plantas el Co y el Na. Mientras que Stiles incluye para ciertas especies el Va, Na, Si y Ga.

2.4.9.1 Fertilización al Suelo

Es muy importante determinar la distribución de las raíces para colocar el fertilizante precisamente en el área donde sea más aprovechable. Las zonas de

raíces más eficientes para la fertilización se encuentran en los extremos laterales de éstas, desde los 10 cm de profundidad hasta no más de los 40 cm (Ramírez, 1993).

El hierro, es uno de los elementos más abundantes del suelo; en condiciones alcalinas suele escasear. Los pH elevados dificultan su trabajo y cuando existe la presencia de cal en exceso se hace insoluble.

Tisdale, (1991), menciona que aplicaciones al suelo de sales ferrosas ionizables, tales como el sulfato ferroso, han probado ser ineficaces a causa de su oxidación más bien rápida a hierro férrico. En Florida una aplicación de 2.5 libras de hierro como sulfato ferroso por árbol mostró mejoras en la condición clorótica, pero se obtuvieron mejores resultados por aplicación de tan solo 10 a 50 gr. por árbol de compuesto de hierro quelatado.

2.4.9.2 Fertilización Foliar.

Ordoñez, (1994) menciona que la fertilización foliar es nuevo concepto de la nutrición vegetal que consiste en aportar pequeños complementos de la fertilización al suelo, con el propósito de suministrar los elementos que requieren las plantas en el momento más oportuno.

Tisdale (1991) mencionan que las aplicaciones foliares constituyen el medio más eficaz de colocación del fertilizante.

Mortvedt *et al.* (1993) menciona las siguientes ventajas de las aplicaciones foliares sobre las aplicaciones de hierro al suelo:

Eliminación de reacciones complicadas en el suelo.

No se requiere irrigación para movilizar los compuestos hacia la zona de la raíz.

Hay una economía considerable de materiales al efectuar la aplicación foliar.

Hay una respuesta más rápida al hierro aplicado.

Raese *et al.* (1984) utilizando aspersiones foliares de diversos compuestos de hierro, encontraron que éstas incrementaron el hierro y el color verde en hojas de peral Anjou y Bartlett, pero la influencia solo persistió el año de aplicación.

2.4.9.3 Función Zinc

El Zn activa diversos procesos enzimáticos como la fosforilización de la glucosa y a través de ellas la formación de almidón; activa peptidasas, condensación de aminoácidos a proteínas y la síntesis de los ácidos indolacético y del triptófano (Rodríguez, 1989).

El zinc forma parte de la composición de diversas enzimas como la anhidrasa carbónica, que descompone el ácido carbónico y agua; enzimas de oxidación entre otros. Además impide la destrucción de auxinas, por eso la carencia de zinc se muestra en una reducción del alargamiento de los entrenudos, las hojas se agrupan en rosetas quedando muy pequeño (Juste, 1972).

2.4.9.1 El zinc en el suelo

La cantidad total de zinc en el suelo está relacionada con la roca madre. Los suelos que derivan de las rocas ígneas básicas pueden estar bien provistos en zinc. Los suelos sobre rocas madre sedimentarias silíceas suelen ser más bien pobres en zinc (Millar, 1972).

El contenido de Zn total en el suelo se sitúa entre 10 y 300 ppm. El Zn está relacionado con los silicatos primarios, los minerales arcillosos y la materia orgánica (Loué, 1988).

En suelos alcalinos el zinc es poco móvil y por lo tanto es difícil hacerlo llegar hasta el nivel de las raíces profundas por la sola influencia de las aguas de filtración (Scharrer, 1958).

2.4.9.2 Zinc en la palta

Existe una importante divergencia en la bibliografía sobre el mecanismo de absorción de Zn por las plantas.

Los primeros estudios concluyeron que la absorción de Zn no será metabólica sino esencialmente un proceso de cambio (movimiento de los iones por difusión y flujo de la solución externa de las raíces) por las razones siguientes: la absorción inicial de Zn era muy rápida al principio, crecía a medida que la concentración aumentaba pero se terminaba después de un lapso corto de tiempo; la

absorción de zinc no se veía, afectada por diversos inhibidores del metabolismo; no había formación de un constituyente de composición fija típica de una absorción metabólica (Loué, 1988).

Por el contrario, numerosos estudios posteriores han demostrado que la absorción del Zn se realiza bajo metabólicos.

Por lo que concierne al transporte de zinc en la savia del floema existe muy poca información. El Zn en aplicaciones foliares se desplaza hacia las hojas jóvenes, los frutos y las raíces. Sin embargo la movilidad de Zn en la planta no es muy grande. El zinc tiende acumularse en las raíces principalmente en caso de suministro importante de Zn. La movilidad de Zn hacia los tejidos mas jóvenes es mucho menor aun en las plantas deficientes de zinc (Loué, 1988).

Las asimilaciones de zinc decrecen a medida que el pH del suelo se incrementa. En suelos demasiados ácidos el zinc llega alcanzar niveles tóxicos, aunque esto sucede raras veces, también puede ocurrir una lixiviación dejando empobrecido el suelo (Martínez, 1989).

2.4.9.6 Causas de la deficiencia de zinc

Las deficiencias de zinc en los suelos existen desde hace muchos años y las condiciones más favorables de las mismas son bien conocidas:

Suelo con bajo nivel de zinc (en particular suelos arenosos ácidos lavados).

Suelos calizos (Zn- suelo menos asimilable).

Suelo pobres en materia orgánica.

Baja temperaturas.

Suelo claramente enriquecido en P por la fertilización practicada (sin embargo, el efecto del P sobre la absorción de Zn varia en los suelos y los cultivos, con los niveles de P, Zn).

Sistema radicular mal desarrollado (suelos compactos, demasiado nivelados para riego).

Encalado excesivo de los suelos ácidos con dosis elevadas.

Fertilización alta de nitrógeno ocasionalmente.

2.4.9.7 Síntomas de deficiencia de zinc

La deficiencias de zinc es una las deficiencias de los cultivo en microelementos que este más extendidas y puede ser también que sea la de más incidencia sobres los rendimiento (Trocme1979).

La carencia de zinc recibe denominación más o menos imaginativas tales como la enfermedad del brote blanco (*White Bud*) sobre el maíz y el sorgo, pequeñas hojas en roseta (*Litte leaf*) en los arboles frutales, de la moradura (hoja moteada) en los agrios, hojas en hoz (*sickle leaf*) en el cacao.

De forma muy general los síntomas más permanentes de la deficiencia de Zn son signos de clorosis entre los nervio, reducción del tamaño y mal formación de los brotes de las hojas. La deficiencia de Zn altera el metabolismo de la auxina (entrenado mas corto) e inhibe la síntesis de ARN, perjudicando así el desarrollo normal de los cloroplastos.

En los arboles frutales, manzano en particular, la deficiencia de Zn, se denomina enfermedad de las hojas pequeñas en roseta. El crecimiento terminal se ve muy alterado disminuyendo la longitud de ramas con hojas pequeñas y con tendencia a enrollarse en espiral formando especies de roseta terminales que caen prematuramente. En general se presenta una clorosis entre las nervaduras (Loue, 1988).

Acerca de los síntomas de la deficiencia de Zn no existe acuerdo. Solamente en los arboles frutales se produce un sistema bastante conocido en todas las especies de arboles frutales "*litte leaf o rosette*" (Rodríguez, 1989)

La deficiencia de zinc conlleva un decaimiento completo de las hojas de los arboles, o sin formación de hojas, los frutos son pequeños, deformes y agrietados. Las roseta con hojas pequeñas se aprecian principalmente desde el inicio de la vegetación (Juste, 1972).

2.4.9.8 Condiciones del medio favorables a las deficiencia de zinc

Los principales factores susceptibles de generar o de agravar la deficiencia de Zn son: la escasez natural de zinc en lo suelo, y la mala asimilación de Zn.

2.4.9.9 Reservas de zinc en los suelos

La cantidad de Zn total en la mayor parte de los suelos es muy superior a las necesidades de los cultivos; sin embargo, suelos ácidos muy lavados pueden ser muy pobres, llegando a tener solamente de 10 a 30 ppm de Zn total. Las cantidades de Zn disponibles en el suelo puede ser muy bajas y la pobreza natural del suelo es la causa de la deficiencia.

Si la deficiencia Zn se manifiesta en suelo ácido, más bien favorable a una buena asimilabilidad, es señal de que las reservas del suelo son muy bajas. La cantidad de Zn total es generalmente muchos mas elevados en el horizonte superficial (restituciones vegetales) que en los profundos.

2.4.9.10 La reacción en el suelo

Prácticamente, las deficiencias de Zn se encuentran sobre todo en los suelos con pH elevado o en los suelos que han sido fuertemente encalados. Los suelos calizos están más sujetos a la deficiencia de Zn. Se considera que

esto es debido a la muy baja solubilidad de los complejos de Zn en el suelo con presencia de carbonatos.

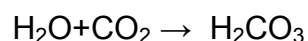
El contenido de Zn soluble al agua en la solución del suelo disminuye con el incremento del pH. La deficiencia de Zn puede ser incluso acentuada aun en caso de suelo orgánicos por aplicaciones recientes de cal y a pesar de valores de pH <6 (Loué, 1988).

2.4.9.11 Fisiología del zinc

El zinc, parte o cofactor de enzimas

Por su función en diverso sistemas enzimáticos, el Zn^{2+} se parece a Mn^{2+} y Mg^{2+} , en que realiza el enlace entre la enzima y el sustrato. Un cierto número de enzimas han sido activadas de forma bastante semejante por Mn^{2+} , Mg^{2+} y Zn^{2+}

Hasta hace poco tiempo la única enzima conocida como activada específicamente por Zn^{2+} , era la anhidrasa carbónica. Esta enzima metálica muy extendida en los organismos vivos es esencial para la utilización del ácido carbónico como catalizador de la reacción siguiente:



Hay una correlación directa entre el contenido de Zn y la actividad de la anhidrasa carbónica (Loué, 1988).

El Zn es un constituyente esencial de diversas deshidrogenasa (en particular la dehidrogenasa del ácido láctico, dehidrogenasa del ácido glutámico, alcohol dehidrogenasa) y de proteínas y peptidasas. Ciertas deshidrogenasas son sensible a la deficiencia de Zn y el metabolismo puede ser particularmente afectado (Loué, 1988).

2.4.9.12 El zinc y la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas

La primera manifestación en plantas deficientes en Zn es una reducción importante del ARN (ácido ribonucleico) y la cantidad de ribosomas en las células. Esta reducción de síntesis del ARN provoca una inhibición de la síntesis de proteínas mientras que la glucosa, nitrógeno no proteico y el ADN mejoran significativamente. El Zn influye directamente en la síntesis del ARN y en la formación ulterior de proteínas. El Zn presenta una gran afinidad por el fósforo, que juega un papel predominante en la síntesis del ARN.

En las plantas deficiente de Zn se ha observado una actividad creciente de la ribonucleasa y una acumulación de nitratos, lo que indica que el zinc está también, implicado en la reducción de los nitratos y en la síntesis de los aminoácidos. La formación de proteínas se ve inhibida y las amidas (asparagina y glutamina) se acumulan. Se ha sugerido que la medida de la

actividad de la ribonucleasa podría permitir detectar las deficiencias en Zn sobre plántulas jóvenes (Loué, 1988).

2.4.9.13 El zinc y el metabolismo de las auxinas

Una de las funciones más importantes del Zn es su efecto sobre la regulación del crecimiento mediante el control de las síntesis del triptófano. El triptófano es un precursor del ácido indol- β -acético, la formación de esta sustancia del crecimiento esta pues indirectamente influida por el Zn.

En caso de deficiencia de zinc, existe un aumento neto de la actividad de la peroxidasa, de ácido ascórbico y de las fenolasas, se produce una cantidad baja de ácido indol β acéticos (auxinas). Sin embargo, a las pocas horas de una aplicación con zinc el contenido de auxina se regenera claramente (Brown, 1982).

2.4.9.14 Adsorción del zinc

La adsorción de zinc se produce sobre todo en los lugares de cambio de los minerales arcillosos y de la materia orgánica. La intensidad de la adsorción de zinc tiende a aumentar con el incremento de pH, y la movilidad de Zn disminuye por encima de pH 7. La materia orgánica del suelo forma complejos muy estables con el Zn, y los ácidos húmicos y fulvicos son muy importantes en la adsorción del Zn. Alrededor del 60 por ciento del Zn soluble del suelo se encuentran en forma de complejos orgánicos solubles de Zn. Estos complejos

esta sobre todo asociados con los aminoácidos y los ácidos húmicos (Loué, 1988).

2.5 LOS QUELATOS Y LA MATERIA ORGÁNICA

La velocidad de asimilación del zinc depende del contenido de los suelos en agentes quelatantes, ya sean exudados por las raíces de la plantas o de la descomposición de la materia orgánica.

En condiciones del suelo muy alcalinas, el Zn^{2+} , del complejo de EDTA puede ser completamente reemplazado por Ca^{2+} , y por ellos podría explicar la baja asimilabilidad del Zn en los suelos calizos de pH muy elevados.

Sin embargo, la excreción de H^+ y la disminución del pH alrededor de la raíz estimula mas la absorción de Zn que la excreción de los agentes quelatantes (Loue, 1988).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

La realización del presente trabajo fue durante el ciclo de producción de 2008. En la pequeña propiedad denominada “San Isidro” dentro del Cañón de la Roja, perteneciente al municipio de Arteaga.

3.1 Localización del Sitio Experimental

Este lugar se encuentra situado a los 100° 41' 30" longitud Oeste, 25° 30' 30" latitud norte, con una altitud aproximada de 2,200 msnm.

Es comunicado por un camino que tiene una longitud de 34 Km de la Villa de Arteaga a La Carbonera. Cuenta con dos vías de acceso, la primera es directamente por el cañón de la Roja aproximadamente a 20 Km y la segunda por el cañón de La Carbonera (Figura 4).

Limita al sudoeste, con la villa de Arteaga, y al noroeste con el cañón de La Carbonera, sitio por los cuales se tiene acceso. En norte y sur limitado por los parteaguas naturales.

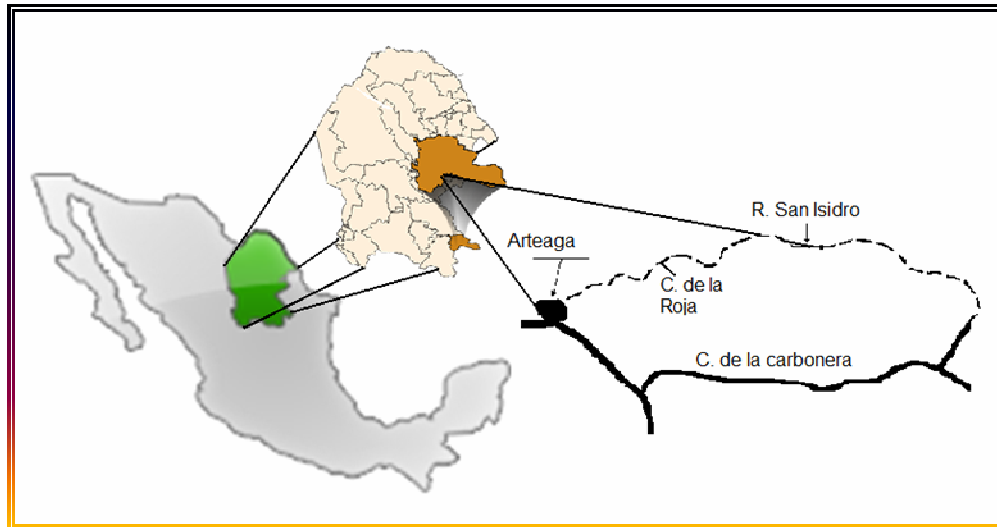


Figura 1. Mapa de localización del sitio experimental

3.2 Caracterización del Sitio Experimental

3.2.1 Clima

CETENAL (1977) reportó que según la clasificación de Köppen modificada por E. García, el clima predominante en la localidad del cañón de la Carbonera se sitúa dentro de la fórmula: Bso (h☉) W (e☉), cuya descripción es; clima seco, muy extremo.

De acuerdo con los registros tomados en las entidades ubicadas en la villa de Arteaga y en las congregaciones de San Antonio de las Alazanas, el clima se caracteriza por poseer una temperatura media anual de 14.4°C con una máxima de 36°C y una mínima de -8.5°C, presentándose las temperaturas más bajas en los meses de diciembre a febrero, las máximas de mayo a septiembre.

3.2.2 Precipitación Pluvial

Precipitación media anual de 550 mm y la evapotranspiración varía de 1409 a 1518 mm, siendo el periodo de lluvias de junio a octubre, presentándose en estos meses la más alta humedad relativa que llegan alcanzar valores de hasta 80%.

3.2.3 Suelo

Según la cartografía del lugar, los suelos se clasifican como litosoles, feozem, calcáreos, xerosol háplico, y regosoles, los cuales se han originado a partir del material geológico original que data del cretáceo superior, los cuales son lutitas, areniscas y rocas calizas, formando suelos de textura media, fina y gruesa. Geográficamente es un valle intramontañoso.

Para apoyar la descripción de la cartografía de la zona se practicaron análisis de caracterización, de los cuales se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 5.1: Análisis de descripción de suelo

CARACTERISTICAS	METODO	VALOR UNIDADES	TIPO DE SUELO
TEXTURA	Hidrómetro	25% Arena	ARCILLOSO
		25% Limo	
		50% Arcilla	
Dr. Da	Picnómetro Probeta	2.48 g/cc 1.10 g/cc	Migajón arcilloso
Porosidad	$1 - \left(\frac{D_a}{D_s} \right) * 100$	55.64 %	Migajón

3.2.4 Vegetación

La vegetación característica es la de bosque en asociaciones de pino piñonero (*Pinus senbroides*) y encino (*Quercus spp*), lechuguilla y pastos como arista, atriplex y otros.

3.2.5 Manejo del huerto

Generalmente las labores en el huerto son pocas, aunque son las mas importantes; van desde un barbecho bien efectuado los primeros meses del año, con el propósito de airear la tierra y deshierbar, para las deficiencias de frío no se aplica nada, al igual que un producto pesticida a no ser que el problema de alguna plaga o bien alguna enfermedad sea muy severo.

El sistema de poda es el líder modificado, y no se cuenta con un sistema de protección contra heladas y granizo.

3.3 Descripción del Material Experimental

Material Vegetativo

El material vegetativo utilizado fue el patrón MM11 sobre el cual está injertada la variedad "Golden Delicious".

Fuentes de Fertilizantes.

Urea: 46-00-00,

Kelatex de hierro fuerte:

Ferroso (Fe) al 18.0 %.

□ Aminoácido libre 3.0 %

Extracto de origen orgánica 2.0%.

Kelatex Zinc fuerte:

Zinc (Zn) al 25.0 %.

□.Aminoácido libre 3.0 %

Extracto de origen orgánica 2.0%.

Se aplicaron al suelo de 400gr de Urea (46-00-00) de manera uniforme los fertilizantes requeridos por las plantas antes en su ciclo vegetativo normal. Con la cual se utilizaron las fuentes siguientes:

Para la aplicación de NPK:

Nitrógeno % (100 Kg/Ha).

Cuadro 5.2 Niveles de exploración.

Aplicación Foliar		
N° de tratamiento	Kelatex zinc (Zn) cm ³	Kelatex de ferroso (Fe) cm ³
T1	0 %	0%
T2	100%	0%
T3	50%	50%
T4	0%	100%

Cuadro 5.3 Tratamiento

T1	TESTIGO
T2	ZINC TOTAL
T3	COMBINACION
T4	FERROSO TOTAL

Cuadro 5.4 Distribución por tratamientos

Tratamiento 1		
ÁRBOL	Rep	Agua 100%
40	T1 R1	20 Lt
41	T1R2	20 Lt
42	T1R3	20 Lt
43	T1 R4	20 Lt
44	T1R5	20 Lt
45	T1R6	20 Lt

tratamiento 2		
ÁRBOL	Rep	kelatex Fe 100%
10	T2R1	17.5 cm ³
11	T2R2	17.5 cm ³
12	T2R3	17.5 cm ³
13	T2R4	17.5 cm ³
14	T2R5	17.5 cm ³
15	T2R6	17.5 cm ³

Tratamiento 3			
ÁRBOL	Rep	kelatex 50%	Fe18%+Zn
21	T3R1	8.75 cm ³	
22	T3R2	8.75 cm ³	
23	T3R3	8.75 cm ³	
24	T3R4	8.75 cm ³	
25	T3R5	8.75 cm ³	
26	T3R6	8.75 cm ³	

Tratamiento 4		
ÁRBOL	Rep	kelatex Fe100%
21	T3R1	8.75 cm ³
22	T3R2	8.75 cm ³
23	T3R3	8.75 cm ³
24	T3R4	8.75 cm ³
25	T3R5	8.75 cm ³
26	T3R6	8.75 cm ³

3.4 Aplicación de los Tratamientos

Previo a la aplicación de los tratamientos, se realizaron las prácticas de marcaje de árboles, se acondicionaron los cajetes; y a demás se realizó una poda en los árboles la cual consistió en la eliminación del líder central y se dejó una forma tipo vaso, dicha práctica se realizó el 11 de mayo 2008 previo de pues a la brotación de los árboles.

La fertilización al suelo se realizó en una sola aplicación, incorporándolo en zanjas alrededor del árbol aproximadamente en la zona de sombreado de la copa del árbol, en la fecha 15 de marzo de 2008.

Se hicieron cuatro aplicaciones foliares, la primera en formación de frutos (tamaño canica), la segunda en crecimiento de frutos, la tercera en fruto y la cuarta en fruto (fisiológicamente maduro).

3.5 Diseño Experimental

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo en bloques, cada uno con cuatro repeticiones donde la unidad experimental fue un árbol por parcela. Se seleccionaron 64 árboles bajo el criterio de uniformidad en el vigor y porte de cada uno para definir los bloques debido a que todos tenían la misma edad.

3.5.1 Parámetros Evaluados

Las parámetros que se evaluaron fueron, crecimiento de brotes, calidad de frutos (tamaño y grados Brix), rendimiento (kg. /ha.), análisis de fertilidad de suelo (las metodologías se muestran en el cuadro 6) y análisis económico.

3.5.1.1 Crecimiento Vegetativo

Para la medición de esta variable se tomó en cuenta el crecimiento del área de sección transversal y la longitud del fruto.

3.5.1.2 Crecimiento del fruto

Para evaluar esta variable se tomaron frutos con madurez fisiológica alcanzada, los datos que se tomaron son crecimiento de diámetro ecuatorial y polar del fruto por dos puntos cardinales.

3.5.1.3 Rendimiento por Árbol Peso del Fruto

Primero se obtuvo el peso total para cada tratamiento, éste se hizo en el campo al momento de la cosecha con una báscula previamente calibrada. Posteriormente se tomo tres manzanas por categoría y se obtuvo el peso de cada una de ellas. A este parámetro, de su rendimiento total, se sacaron medias por repeticiones de cada tratamiento para el análisis estadístico (ANVA).

Para hacer el análisis estadístico, de las prácticas mencionadas se sacaron promedios ponderados por categoría, y de este modo se obtuvo un dato para cada tratamiento. Las medidas de los diámetros que se utilizaron para la clasificación por categorías fueron las que se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 5.5 Clasificación por categoría

CATEGORIA	DIÁMETRO
EXTRA	MAYOR DE 6.7 cm
PRIMERA	6.7-6.2 cm
SEGUNDA	6.1-5.5 cm
TERCERA	MENOR DE 5.5 cm

3.5.1.4 Calidad del Fruto

Obtenida en base a la selección al momento de la cosecha con la ayuda de tablas seleccionadoras, para después, de cada una de ellas seleccionar tres manzanas por categoría para medir la resistencia a la penetración y los grados Brix.

3.5.1.5 Grados Brix

La concentración de azúcar fue analizada con la ayuda de un refractómetro. Tomándose tres frutos representativos de cada una de las categorías de los tratamientos.

Esta práctica fue realizada por conteo directo en forma general para todos los tratamientos, y en forma particular para cada categoría al momento de la cosecha, obteniendo así un número total de frutos y un número de frutos por categoría.

3.5.1.6 Beneficios Y Costos

Uno de los problemas dentro de la evaluación de proyectos consiste en definir los costos y beneficios por considerar así como su valoración, sin embargo, este problema se reduce al tomar en cuenta sólo los costos y beneficios directos, es decir, todos aquellos que afecten al rendimiento de la inversión (incremento en la producción, mejor calidad, menor costo, etc.) valorándolos según las condiciones del mercado reflejadas en los precios (Avilés, O. A. 1975).

Los beneficios de los proyectos agrícolas pueden derivarse del aumento del valor del producto o la reducción de los costos. No obstante, las formas concretas en que los beneficios se manifiestan no son siempre evidentes y los problemas de valorización pueden ser sumamente difíciles (Protti, A. F. 1982).

Tratándose de un proyecto cuyo producto tiene un valor de la producción resultante de la inversión, más la ganancia neta en bienestar social resultante de los cambios en los excedentes de consumidor y productor.

Por otra parte, este procedimiento toma en cuenta todos los costos que se tendrán, en la llamada “vida útil” del proyecto y los comparara con todos los beneficios que se estima se generaron en el mismo periodo.

El elemento más importante en la utilización de la Tasa Interna de Rentabilidad, como indicador financiero de la rentabilidad de un proyecto radica en el procedimiento que se hace necesario seguir para su cálculo, en cual prácticamente obliga a una correcta cuantificación de costos incurridos y beneficios (Carvallo, G. S. 1975).

La relación beneficio Costo (B/C) es el cociente que resulta de dividir el valor actual de la corriente de beneficio entre el valor actual de la corriente del costo, ha viendo elegido una tasa de actualización adecuada (Pereyra, G. C. 1982).

Su expresión matemática corresponde a:

$$B / C = \left[\frac{\frac{B n}{(1 + i)^n}}{\frac{C n}{(1 + i)^n}} \right]$$

Donde:

Bn = Beneficios de cada año.

Cn = Costo de cada año.

n = Numero de años.

i = Tasa de interés (descuento) o actualización.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Contenido de hierro

Los resultados de la investigación para esta variable se presentan en el Cuadro 6.1. Mediante comparación con los valores de rangos nutritivos para este elemento, presentados por Bentón (1991), en donde para un contenido suficiente en el tejido foliar considera de 50 ppm a 300 ppm; se aprecia que todos los tratamientos se encuentran dentro de esta categoría.

Cuadro 6.1 Concentración de hierro en follaje de manzano, del rancho San Isidro, Arteaga, Coahuila. 2008.

Análisis foliar	H ₂ O (T0)	H ₂ O (T1)	Zn (T2)	Zn + Fe (T3)	Fe (T4)
Fe	150	85	100	175	250

Estos contenidos pueden ser debidos al remplazo parcial del contenido de enzimas respiratorias que contienen hierro.

4.2 Contenido de Zinc

Los resultados de la investigación para esta variable se presentan en el Cuadro 6.2 Mediante comparación con los valores de rangos nutritivos para este elemento, presentados por Bentón (1991), en donde para un contenido

suficiente en el tejido foliar considera de 20 ppm a 100 ppm; se aprecia que todos los tratamientos se encuentran dentro de esta categoría.

Cuadro 2Cuadro 6.2 Concentración de zinc en follaje de manzano, del rancho San Isidro, Arteaga, Coahuila. 2008.

Análisis foliar	H ₂ O (T0)	H ₂ O (T1)	Zn (T2)	Zn + Fe (T3)	Fe (T4)
Zn	20	15	60	35	20

En lo que respecta a la concentración del Zinc en la Cuadro 6.1 se representa que la aplicación de Zinc (Zn) al 100% es la que sobresale, seguida de la aplicación conjunta Zn y Fe en un porcentaje de 50% de Zn y Fe. Zinc puede ser más aprovechado cuando se obtiene una interacción de 50% de estos dos elementos respectivamente. La razón por la cual el tratamiento T2, tiene mayor concentración de Zn es por fue aprovechado por la planta, cuando la dosis de aplicación es al 100%.

4.3 Crecimiento polar y ecuatorial del fruto.

En la Cuadro 6.3 se observa que el mejor tratamiento fue el número 4 con 5.85 cm de crecimiento polar y 6.78 cm de crecimiento ecuatorial, seguido del tratamiento 3 que fueron los que superaron al testigo el cual tiene un valor de 5.40 cm. polar y 6.00cm. De ecuatorial, siendo el tratamiento 2 el más bajo con 4.79 cm/ de polar y 5.56 cm/ Ecuatorial.

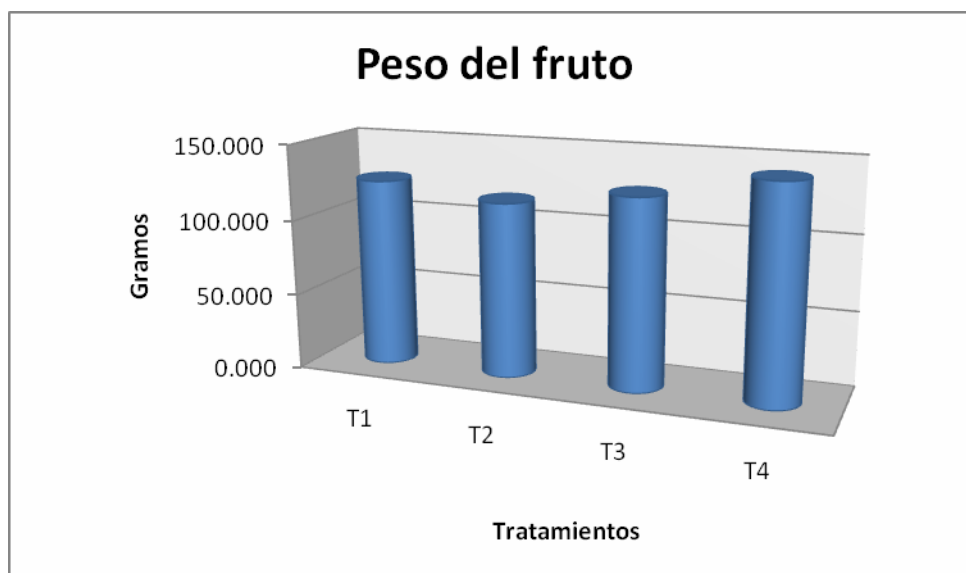
Cuadro 6.3 Se presenta la medida de respuesta que se obtuvieron para el crecimiento polar y ecuatorial del fruto.

CRECIMIENTO	TRATAMIENTOS			
	H ₂ O T1	Zn T2	Zn + Fe T3	Fe T4
Polar	5.40	4.79	5.5	5.85
Ecuatorial	6.00	5.56	6.05	6.78

4.4 Peso del fruto

En la Figura 6.4 se presenta el peso del fruto de acuerdo a cada uno de los tratamientos, donde se observa que el tratamiento 4 es el que sobresale, seguido del tratamiento número 3. Como se puede observar que el testigo superior al tratamiento 2 pero con una diferencia no significativa.

Figura 6.2 Presenta el grafico del peso del fruto fresco por cada tratamiento.



4.5 Producción total

En lo respecto a la variable producción total se obtuvo diferentes rendimientos por tratamiento, lo cual se presenta en el cuadro 6.4 las medidas de respuesta.

En la Cuadro 6.4 se observa que para la variable producción total hay una diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual indica que si existió respuesta a la aplicación de Zn y Fe, así tenemos que como la producción obtenida con el tratamiento 3 fue el más alto, reportando un rendimiento de 5530.1 kg/ha., seguida por el rendimiento obtenido con los tratamientos 4 y 2 que de igual forma superaron al testigo.

Cuadro 6.4 Medidas de respuesta obtenida por la variable producción total.

PRODUCCION TOTAL				
TRATAMIENTO	H ₂ O (T1)	Zn (T2)	Zn + Fe (T3)	Fe (T2)
Kg. /ha ⁻¹ .	1736.1804	3194.643	5330.122	3708.47803

4.6 Categoría por producción

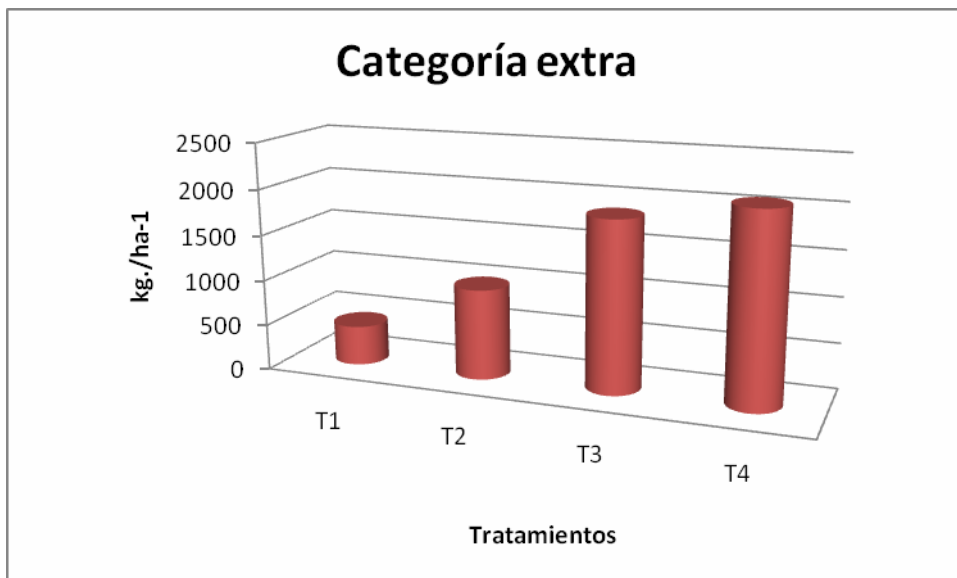
Para analizar esta variable fue necesario dividirla en cuatro categorías, para dar a conocer los resultados de la variable en una forma más detallada, es decir; extra, primera, segunda y terceras.

4.7 Categoría extra

Para variable de la categoría extra cuyo diámetro de la manzana es mayor de 6.50 cm. Las medidas de la respuesta obtenida se presentan en el Cuadro 4 los datos son por tratamiento.

De acuerdo al Figura 6.3 existió diferencia significativa entre los tratamientos indicando que la respuesta a la aplicación de los fertilizantes si influye en la calidad del fruto. Observándose que el tratamiento que mejor se comporto es el tratamiento 4, con una producción de 2078.20 kg/ha. Por otro lado el tratamiento de menor producción fue el 2 con una medida de 990.3 kg/ha superando al testigo, el cual obtuvo una medida de 434.0 kg/ha.

Figura 6.3 Presentación grafica de las medidas obtenidas en la variable de producción de categoría extra del cultivo de manzano, del Rancho San Isidro, Arteaga, Coahuila.

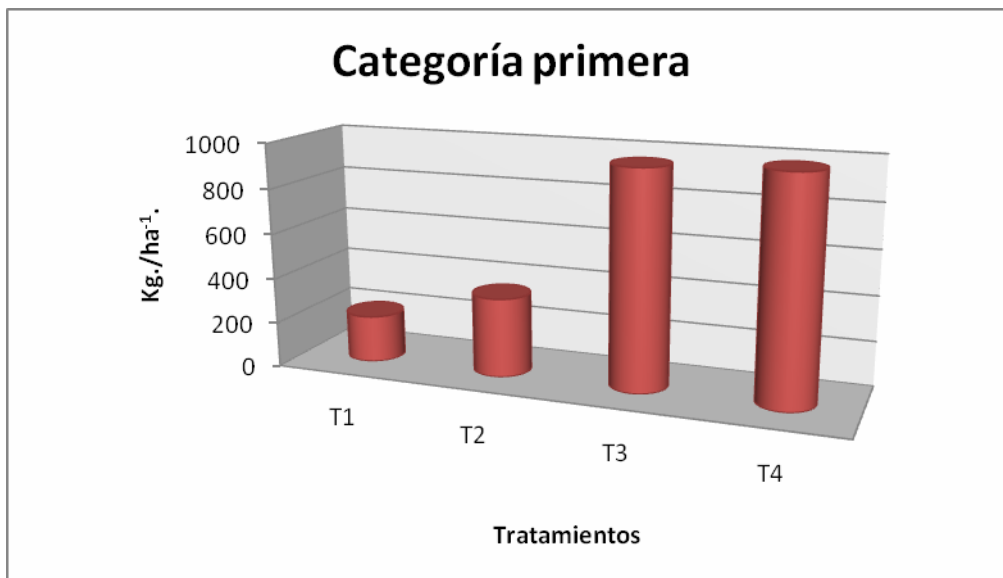


4.8 Categoría Primera

En el Figura 6.4 Se observa la medida de respuesta para cada uno de los tratamientos en cuanto a la producción de la categoría primera, las cuales el diámetro de la manzana está comprendida de entre 6.2 y 6.6 cm.

.De acuerdo con el cuadro anterior se tiene una diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto si existió respuesta a la aplicación de micronutrientes en diferentes concentraciones y diferentes relaciones nutrimentales, en esta variable sobresale el tratamiento 4 cuya producción fue de 980.2 kg/ha. Seguido del tratamiento 3 con una producción de 959.4 kg/ha. Por otro lado el tratamiento de menor producción fue el 2 con una producción de 350.4 kg/ha. Superando al testigo que obtuvo una producción de 208.3 kg/ha⁻¹.

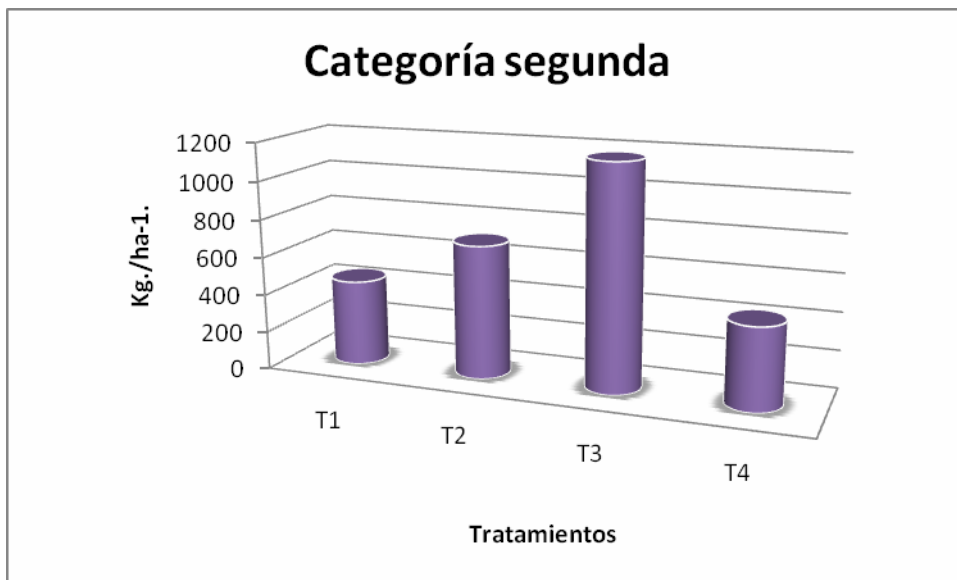
Figura 6.4 Presentación de las medidas obtenidas en la variable producción categoría primera en el cultivo de manzano en el rancho San Isidro, Arteaga, Coahuila.



4.9 Producción categoría segunda.

De acuerdo con el Figura anterior se tiene una diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto si existió respuesta a la aplicación de micronutrientes en diferentes concentraciones y diferentes relaciones nutrimentales, en esta variable sobresale el tratamiento 3 cuya producción fue de 1172.6 kg/ha. Seguido del tratamiento 2 con una producción de 702.8 kg/ha. Por otro lado se observó que el testigo superó al tratamiento 4 pero con una diferencia no significativa.

Figura 6.5 Presenta las medidas obtenidas en la variable de producción de categoría segunda en el cultivo del manzano, del rancho San Isidro, Arteaga, Coahuila.

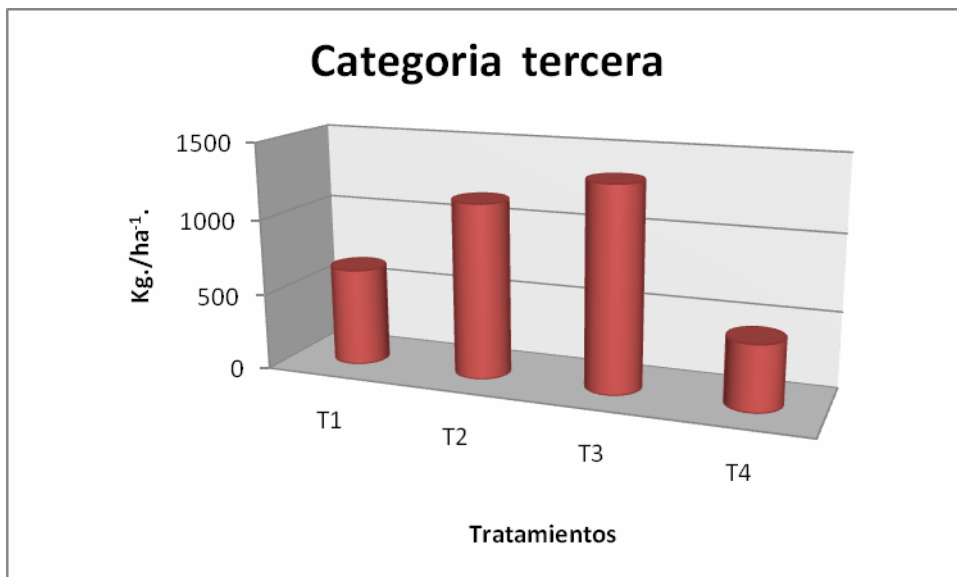


4.10 Categoría tercera

En el Figura 6.6 Se muestran las medidas de respuesta obtenida de la variable de producción de categoría tercera, cuyo diámetro de la manzana es menor de 5.5 cm.

De acuerdo con el Figura anterior se tiene una diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto si existió respuesta a la aplicación de micronutrientes en diferentes concentraciones y diferentes relaciones nutrimentales, en esta variable sobresale el tratamiento 3 cuya producción fue de 1332.5kg/ha. Seguido del tratamiento 2 con una producción de 1150.0 kg/ha⁻¹. Por otro lado se observó que el testigo supero al tratamiento 4 con diferencia significativa.

Figura 6.6 Presenta las medidas obtenidas en la variable de producción de categoría tercera en el cultivo del manzano, del rancho San Isidro, Arteaga, Coahuila



4.11 Grados brix (°B)

Esta variable nos sirve para identificar los elementos que dan un mayor contenido de azúcar al fruto y también nos ayuda para saber la calidad del fruto, los elementos y las dosis que tienen influencia sobre esta variable.

En el cuadro 6.8 se presenta las medidas de respuesta de la variable grados brix con respecto a la producción total por tratamiento.

De acuerdo 6.5 a el cuadro se tiene que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual indica que la aplicación de los micronutrientes Fe y Zn si afecta la concentración de azúcares en el cultivo de la manzana, por lo tanto los tratamientos con mayor porcentaje de azúcar son el tratamiento 3 seguido por el 4. Por otra parte la concentración mas baja la obtuvo el tratamiento 2 superando al testigo por una diferencia no significativa.

Cuadro 6.5 Presentación de las medidas obtenidas en la variable de grados brix en la producción total.

GRADOS BRIX				
TRATAMIENTOS	H ₂ O (T1)	Zn (T2)	Fe+Zn (T3)	Fe (T4)
°B	23.5	23.6	27.16	25.5

4.12 RELACION BENEFICIO- COSTO

Se señala en Cuadro 6.6 que tratamiento 3 que mostro mayor resultado en cuanto a la relación benéfico-costos dado a que tiene rendimiento mayor por toneladas valor de venta y utilidad bruta mayor que los demás tratamientos por

cada peso que se invierta se recupera 5 pesos con 30 centavos. Hay que el mejor tratamiento fue el 3.

Cuadro 6.6 Relación Benéfico- Costo

Tratamiento	Costo real/ ha ⁻¹	Incremento por fertilización	Rendimiento o total/Ha	Valor de ventas	Utilidad brutas	Reación costo/ben
T3 (Fe+Zn)	\$18,108	\$1,470	38.1	114300	\$94,725.90	1:5...30

Comparando los resultados obtenidos de la investigación presentados en este apartado con estudios de los autores consultados y referidos en la revisión de literatura podemos mencionar que:

El hierro es un elemento que nos ayudas a corregir la clorosis férrica es necesario aplicar el hierro en combinación con el zinc. También nos indica que un exceso de de Zn antagoniza al Fe, de esta formas la planta no lo asimila y disminuye el contenido de azúcar en el fruto.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Con respecto al crecimiento del fruto para crecimiento de diámetro polar y el diámetro ecuatorial los mejores resultados se observaron en el tratamiento 4 con una dosis de fertilización de Fe, ya que en la categoría de extras se obtuvo un rendimiento de (2078.20 Kg/ha⁻¹), y para la categoría de primera que fue de (980.28 Kg/ha⁻¹) y en la categoría de segundas en donde fue el tratamiento 3 con una combinación de Fe / Zn con un rendimiento (1172.62Kg/ha⁻¹). Y con respecto a la categoría tercera fue, también un rendimiento de (1332.5305Kg/ha⁻¹).

La aplicación de micro nutrimento vía foliar de Fe/Zn sí influyeron significativamente en el crecimiento del fruto y producción del manzano,.. Por lo que respecta a la producción total al tratamiento 3 fue el mejor, ya que se observó una producción de 5330 Kg/ha⁻¹, seguido al tratamiento 4 el cual reporta una producción de 3708 Kg/ha⁻¹ de fruto. Por lo que reporta a la producción del tratamiento 3 (combinación de 50% de Zinc y 50% Fierro) fue el mejor ya que se obtuvo una producción de 5,330 kg/ha⁻¹, superando al tratamiento 4 (100% Fierro), el cual representa una producción de 3,708Kg/ha⁻¹.

Tanto el tratamiento 4 como el 3 son importantes para el pigmento clorofílico que además forman parte de muchas enzimas óxido reductoras, principalmente el fierro, éste influyen estructuralmente en los cloroplastos, mitocondrias y

síntesis de proteínas de aminoácidos e importante en la división celular de tal forma que la combinación ideal de Zinc y Fierro fuera al 50% c/u ya que fue superior a todos los (tratamientos 4,2,1), lo anterior era de esperarse ya que recordemos que en la producción de fotosíntesis un componente importante es la clorofila por lo tanto mayor producción de manzana por h^{a-1} .

Para la variable grados brix tenemos que existió diferencia significativa siendo el mejor tratamiento 3 con $27.16^{\circ}B$, siguiendo el tratamiento 4 $25.5^{\circ}B$

Cabe recalcar que el tratamiento tres representa la mejor inversión ya que nos arroja un beneficio 1 : 5.30 pesos de beneficio, además eleva la producción a $38.100 \text{ Ton ha}^{-1}$, con un costo real por hectáreas de \$18,108.00 y una utilidad bruta de \$94,725.00 por hectáreas.

El mejor tratamiento fue el 3 por la combinación de lo fertilizante ya que el producto se nos dio los resultados que teníamos planeados.

LITERATURA CITADA

- Alvares Re quejos. 1988. El manzano. Editorial AEDOS, S.A 5ta edición.
- Bar, Y. And V Kafkaff, 1992. Nitrate- Induced iron deficiency chlorosis in avocado (pérsica mericana mil) rootstocks and its prevention by chloride. Junal of plant nutrition. 15(10), 1739- 1746
- Bidwell. 1993. Filosofía vegetal.
- Bohn Hinrich L. Et al., 1993. Química de suelo Ed. Limusa, primera edición.
- Brown, J, C.1982. Summary of Symposium. Journal Of Plant nutrition 5(4-7), 987 . U.S.A.
- Calderón, A.E 1989. Fruticultura general, editorial limusa.
- Calderón, A. E 1983. La poda de los arboles. Editorial limusa, 3era edición.
- Cepeda Dovela J.M. 1991, química de suelo.
- CETENAL 1977. Cartas Edafología y uso potencial.
- Cooke, G.W. 1983. Fertilización para rendimiento máximo. Editorial continental.
- Domon Boyton y G.H. Oberly.1986. Nutrición de manzano.
- Elemer Bornemiza, 1982. Introducción a la química de suelo.
- Fuentes, Y, J.L 1983. El suelo y los fertilizantes. Ministerio de agricultura, Pesca y alimentación. Madrid, España.
- Gispert, C 1987. Biblioteca practica agrícola y ganadera, frutales y bosques.Editorial Océano. México.
- Jones, J.B. et. Al. 1997 planta análisis Hand Book. Micro – Macro publishing.
- Juscafresca, B. 1978. Arboles frutales. 6ta. Edición AEDOS. Barcelona España.

- Kay Ryugo. 1993. Fruticultura, Ciencia y Arte. Editorial AGT Editor, S. A 1era Edición.
- Lonsberg, j.j and Jones, H.G. 1981. Water deficits and plants growth apple orchards. Ed. T.T Koslowaski, New York 6: 419- 469.
- Loué André. 1988. Los micros elementos en la agricultura. Ed. Mundi – prensa.
- Millar C.E. 1964. Fertilidad del suelo. SAVAT EDITORES, S.A 1ERA. Edición.
- Millar, C.E. 1972, Fundamento de la ciencia del suelo. Editorial continental. México D.F. Pg. 62.
- Mortverdt, J.J., P.M. Giorano And W. L. Lindsay. 1993. Micronutrientes en la agricultura. 1era Edición, Editorial AGT Editor S.A.
- Ordoñez Cerda, G. 1994, Efecto del Ácido Húmico y Sulfato de fierro en tomate (*Lycopersicum esculentum*). Tesis de Licenciatura
- U.A.A.A.N., Saltillo, Coahuila, México.
- Ortiz Villanueva B. 1997. Fertilidad de suelo. Chapingo, Mexico.
- Raese, J.T. And C.L. Parish. 1984. Analysis mineral and performance o chlorotic pear trees splayed or injerted iwyh iron. Jour plan Nutrición 7(1-5):243 249.
- Ramírez Rodríguez, H. y Cepeda Siller, M 1993, el manzano.
- Rodríguez, S.F. 1989. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. A.G.T. Editor. S.A. México D.F.
- Rojas, G.M y Ramírez, R.H. 1987. Control Hormonal del desarrollo de las plantas. Editorial Limusa lera. Edicion.Mexico, D.F.
- Sifuentes I.E 1995. Ácidos Húmicos y elemento menores en la nutrición del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*). Tesis Maestria, U.A.A.A.N., Buenavista Saltillo, Coahuila.

Tamaro, D, Dr. 1974. Tratado de fruticultura. Editorial Gustavo Gili. S.A
Barcelona España.

Tisdales, Samuel, L. y Nelson, Werner I,. 1991, Fertilidad de los Fertilizantes.

Trocme Serge y Gras Raymundo. 1979, Suelo y Fertilización en Fruticultura.
U.A.A.A.N., Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Trocme Serge Y Gras Raymundo 1979, Suelo y fertilización en fruticulturas

Wallace, T. 1966. Producción comercial de manzanas y peral. Editorial ACRIBA.
Zaragoza, España.

Westwod, M.N. 1982. Fruticultura en zonas templadas. Edición Mundi -. Prensa.
Madrid.

APÉNDICE

Cuadro 1: Resumen del contenido Fe y Zn en los análisis foliar (ppm)

Fe	T0	T1	T2	T3	T4
	150	85	100	175	250
Zn	20	15	60	35	20

Cuadro 2: Resumen del contenido de azúcar (°B) por tratamiento.

GRADOS BRIX					
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	
°B	23.5	23.6	27.16	25.5	

Cuadro 3: Resumen del contenido de Peso de fruto por tratamiento (Kg/ha⁻¹)

MEDIAS	
TRATAMIENTO	
T1	132.06134
T2	135.91617
T3	220.8344839
T4	132.79485

Cuadro 4: Producción total por tratamiento y categoría (Kg/ha⁻¹)

Tratamiento 1		
Categoría	Diámetro	kg /ha ⁻¹
Extra	mayor de 6.7 cm	434.045099
Primera	6.6-6.2 cm	208.341648
Segunda	6.1-5.5 cm	451.406903
Tercera	menor de 5.5 cm	642.386747

Tratamiento 2		
Categoría	Diámetro	kg/ha ⁻¹
Extra	mayor de 6.7 cm	990.33933

Primera	6.6-6.2cm	351.41073
Segunda	6.1-5.5 cm	702.82146
Tercera	menor de 5.5 cm	1150.07148

Tratamiento 3		
Categoría	Diámetro	kg/ha⁻¹
Extra	mayor de 6.7 cm	1865.5427
Primera	6.6-6.2cms	959.42196
Segunda	6.1-5.5 cm	1172.62684
Tercera	menor de 5.5 cm	1332.5305

Tratamiento 4		
Categoría	Diámetro	kg/ha⁻¹
Extra	mayor de 6.7 cm	1865.5427
Primera	6.6-6.2cm	980.28475
Segunda	6.1-5.5 cm	431.32529
Tercera	menor de 5.5 cm	431.32529

Cuadro 5: Producción total por categoría (kg/ha⁻¹)

Categoría	Diámetro	kg /ha⁻¹
Extra	mayor de 6.7 cm	5368.130799
Primera	6.6-6.2cms	2499.459088
Segunda	6.1-5.5 cm	2758.180493
Tercera	menor de 5.5 cm	3556.314017

Cuadro 6: Diámetro polar y ecuatorial por tratamiento y repetición

Tratamiento 1			
Repetición	Polar	ecuatorial	Peso
R1	5.4	5.92	123.440
R2	5.39	5.94	123.857
R3	5.38	6.00	125.108
R4	5.4	5.99	124.900
R5	5.11	5.66	118.019
R6	5.73	6.43	134.075

Tratamiento 2			
Repetición	polar	Ecuatorial	Peso
R1	5.01	5.85	121.981
R2	4.78	5.62	117.185
R3	4.71	5.44	113.432
R4	5.08	6.06	126.360
R5	4.78	5.56	115.934
R6	4.34	4.86	101.338

Tratamiento 3			
Repetición	polar	Ecuatorial	Peso
R1	5.60	6.14	128.028
R2	5.54	6.10	127.194
R3	5.49	6.04	125.943
R4	5.90	6.62	138.036
R5	5.54	6.01	125.317
R6	4.89	5.36	111.764

Tratamiento 4			
Repetición	Polar	Ecuatorial	Peso
R1	5.65	6.64	138.453
R2	5.62	6.93	144.500
R3	6.11	6.65	138.662
R4	6.12	7.01	146.168
R5	6.01	6.78	141.373
R6	5.58	6.67	139.079

Cuadro 7: Análisis de varianza de polar y ecuatorial y peso

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	787.093750	262.364594	6.5900	0.005
BLOQUES	5	370.343750	74.068748	1.8604	0.161
ERROR	15	597.187500	39.812500		
TOTAL	23	1754.625000			

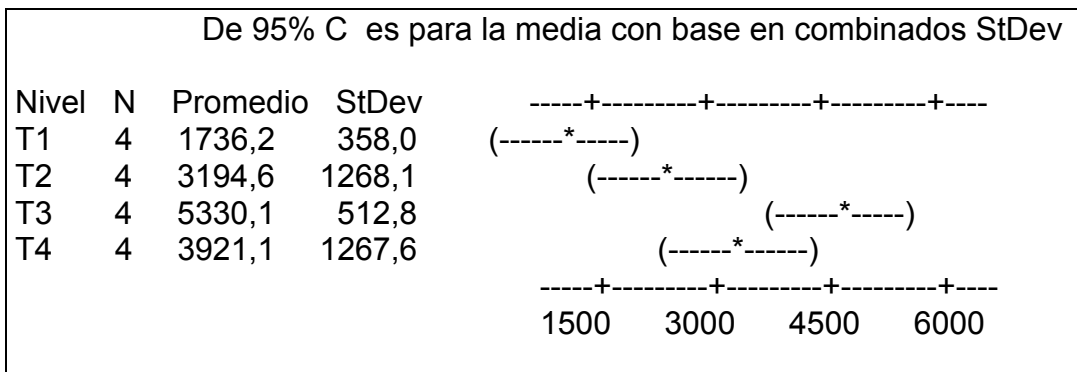
C.V. = 4.99%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	117.471832
2	126.905823
3	127.607666
4	133.454330

Fuentes	DF	SS	MS	F	P
agua	3	26891045	8963682	9,94	0,001
Error	12	10817436	901453		
Total	15	37708481			

S = 949,4 R-Sq = 71,31% R-Sq(adj) = 64,14%

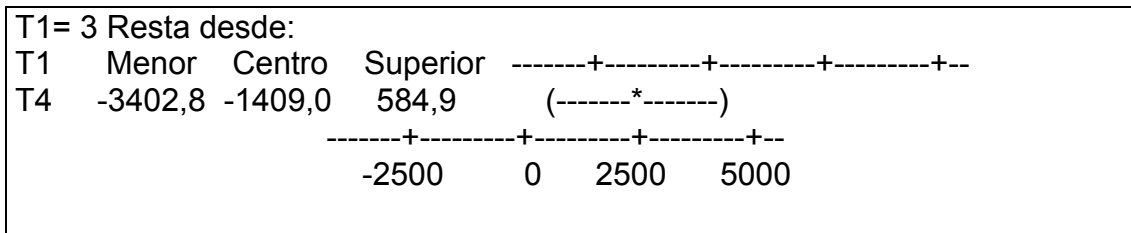
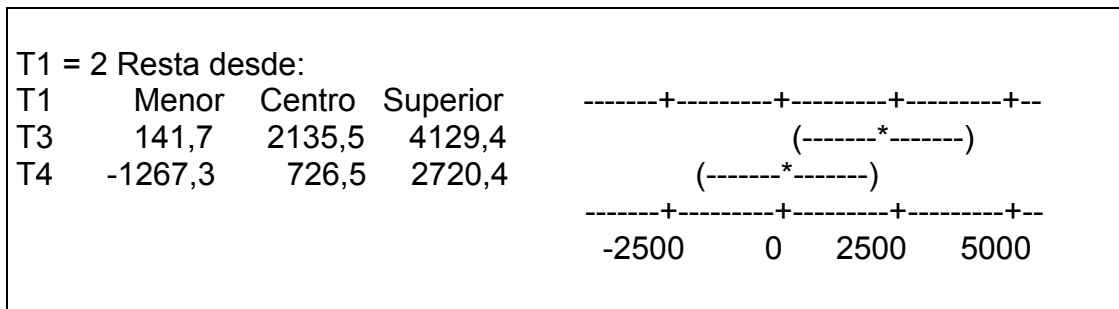
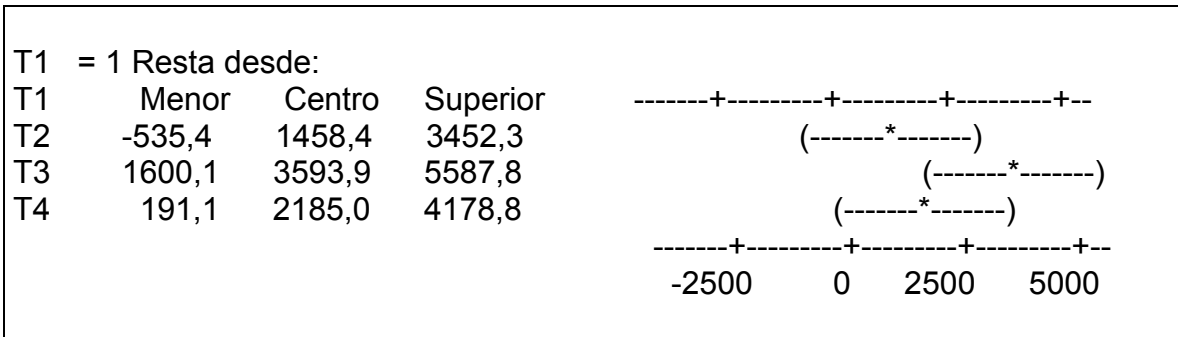


Combinación StDev = 949, 4

Tukey 95% Intervalos de confianza simultáneos

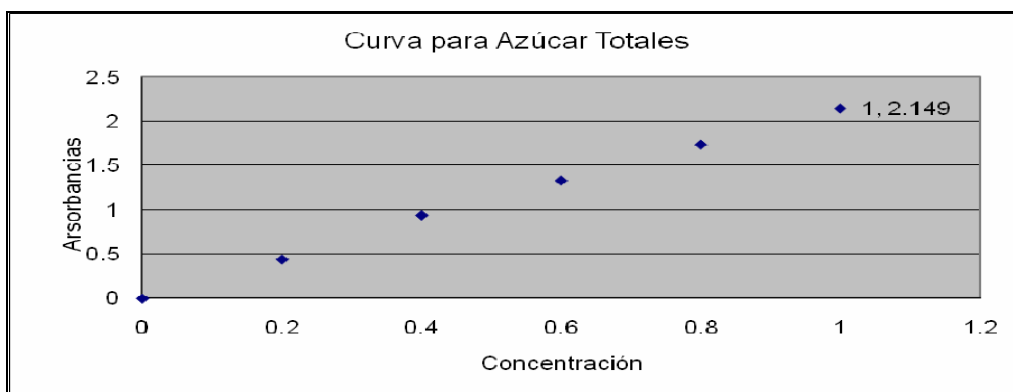
Todas las comparaciones por pares sabio entre los niveles de agua

Nivel de confianza individual = 98,83%



Cuadro 8: Concentración de azúcar por tratamiento

Concentración	Absorbancia	Muestra	Absorbancias	Concentración g/L	Concentración g/L
0	0	t1	0.272	0.113681858	0.045472743
0.2	0.442	t2	0.224	0.09133653	0.036534612
0.4	0.943	t3	0.253	0.104836833	0.041934733
0.6	1.335	t4	0.292	0.122992412	0.049196965
0.8	1.742		AZUCARES TOTALES MANZANA		
1	2.149				



Cuadro 9: Valor de producción de fruto por categoría y tratamiento

Extra	
Diámetro mayor de 6.7 cm	kg /ha
T1	434.045099
T2	990.33933
T3	1865.5427
T4	2078.20367

Primera		
Diámetro	6.6 - 6.2cm	kg /ha
T1		208.341648
T2		351.41073
T3		959.42196
T4		980.28475

Tercera		
Diámetro	Menor de 5.5 cm	Kg /ha
T1		642.386747
T2		1150.07148
T3		1332.5305
T4		431.32529

Cuadro 10: Resumen del rangos nutritivos de los elementos en el manzano

ELEMENTO	Bajo	Suficientes	Altos
	Ppm		
B	20-24	25-50	>50
Cu	4-5	6-50	>50
Fe	40-49	50-300	>300
Mn	20-24	25-200	201-300
Mo	0.05-0.1	>0.1	-----
Zn	15-19	20 -100	>100