



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Estudio económico sobre las deficiencias de hierro (Fe) en el manzano

(*Malus silvestris mil*) cv golden delicious

TESIS PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

P R E S E N T A:

ARTURO VELÁSQUEZ NATAREN

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

Noviembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Estudio económico sobre las deficiencias de hierro (Fe) en el manzano

(Malus silvestris mil) cv golden delicious

TESIS PROFESIONAL

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el título de:**

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

P R E S E N T A:

ARTURO VELÁSQUEZ NATAREN

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

Noviembre de 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**

Estudio económico sobre las deficiencias de hierro (Fe) en el manzano

(Malus silvestris mil) cv golden delicious

Por:

ARTURO VELÁSQUEZ NATAREN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN

Dr. Javier de Jesús Cortes Bracho

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2005.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**

**“ESTE TRABAJO FUE ELABORADO BAJO LA SUPERVICION DEL COMITÉ
DE ASESORIA DE TESIS Y APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE”:**

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

ASESOR PRINCIPAL

ASESOR

DR. Luis M. Lasso Mendoza

M.C. Juan M. Cepeda Dovala

ASESOR

ASESOR

DR. Ángel R. Cepeda Dovala

ING. Rogelio Pérez Niño

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre de 2005.**

ADRADECIMIENTOS

A Dios.

Por haberme dado la dicha de nacer: Por permitirme tener una familia completa y guiarme siempre de su mano para concluir mi carrera.

A mi “alma terra mater”

Por sus instalaciones prestadas y por contribuir a la culminación de mi carrera profesional.

A mis Padres y Hermanos.

Por la vida; Por enseñarme el camino de la lucha constante, la verdad, la honestidad, el trabajo y por brindarme las mejores de las herencias que es la conclusión de mis estudios.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza.

Con mucho respeto, por su paciencia, apoyo incondicional en todas las oportunidades brindadas durante mi formación profesional.

Al Dr. Ángel R. Cepeda Dovala.

Por su tiempo involucrado en la culminación de este trabajo, por compartir sus conocimientos y asesorías para que este trabajo cumpliera con el objetivo.

Al Ing. Rogelio Pérez Niño.

Por su valiosa participación en la realización de este trabajo, por los conocimientos brindados, por su tiempo y disponibilidad en las asesorías en la revisión del mismo, gracias por facilitarme el material necesario y por su amistad dentro y fuera de la universidad.

Al M.C. Juan M. Cepeda Dovala

Por sus consejos, orientaciones y palabras de superación profesional. Gracias por su enseñanza fundamental en la creación de mi tesis.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Sr. Luciano Velásquez Rodríguez.

Sra. Jovita Nataren de Velazquez.

Con mucho amor, respeto y admiración a los seres que me dieron la vida, como una muestra a la confianza depositada, por aquellas preocupaciones, por su tiempo dedicado en cada instante de mi vida. Que Dios los bendiga.

A quienes comparten con migo sus alegrías, tristezas y victorias. **A mis Hermanos: Luciano y Angélica.** Por todas las muestras de cariño y respeto por su apoyo mostrado en cada situación de mi vida por que con ellos comprendí que la distancia física no es distancia emocional. Por supuesto a mi sobrina **Danielita.**

A mis Abuelitos:

Sr. Flaviano Velazquez Camacho. (q.e.p.d).

Sra. Julia Rodríguez Ruiz. (q.e.p.d).

Sr. Arturo Nataren Hernández.

Sra. Martha Vázquez Cruz.

Con mucho amor y cariño a mis padrinos que me apoyaron en toda mi estancia aquí en Saltillo.

Sr. Bruno y Sra. Gloria.

A mis amigos sinceramente quienes en los momentos mas difíciles solo basto la mejor de sus sonrisas.

Ing. Sergio, Ing. Juan Carlos, Ing. José Domingo, Ing. Rogelio. Emmanuel, Silas, Alberto, German, Paulino, Gerardo, Yessenia, Dodani.

A mis compañeros de generación especialmente. A los egresados de la carrera ing. Agrícola y ambiental quienes pusieron su máximo esfuerzo por ser un grupo unido y compartir gratos momentos. **Ingenieros. Roberto, Elías, Franco, Gaspar, Eduardo, Alejandro, José.**

COMPENDIO**Estudio económico sobre las deficiencias de hierro (Fe) en el manzano****(Malus silvestris mil) cv golden delicious****POR****Arturo Velásquez Nataren****Asesores:****Dr. Luis M. Lasso Mendoza****M.C. Juan M. Cepeda Dovala****Dr. Ángel R. Cepeda Dovala.****Ing. Rogelio Pérez Niño****Palabras clave:** Beneficio, costo, manzana, fruto, clorofila, sulfato de fierro

En el presente trabajo se realizaron estudios económicos sobre las deficiencias de hierro (Fe) en el manzano (malus silvestris mil) cv golden delicious. A si mismo conocer la relación beneficio costo considerando los mas baratos y mejores. 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 otra foliar las dos antes de la brotación, se hicieron cuatro tratamientos con cuatro niveles de exploración. Se seleccionaron 48 árboles bajo el criterio de uniformidad en el vigor y porte de cada uno, previo ala aplicación de los tratamientos se realizaron las prácticas de marcaje de árboles. La aplicación de fertilizantes al suelo se realizo en una sola aplicación incorporada en zanjas

alrededor del árbol. Las aplicaciones foliares se hicieron en tres etapas la primera en formación de frutos, la segunda en crecimiento de frutos y la tercera en fruto fisiológicamente maduros. Los parámetros evaluados fueron clorofila, grados brix, firmeza de fruto y rendimiento. El estudio económico de los fertilizantes se baso en el costo del producto su aplicación y rendimiento que tubo en el tratamiento, en donde el tratamiento cuatro es la mejor opción, ya que tiene un beneficio costo de 1a 8.35, por cada peso invertido se recuperan 8.35 pesos; este tratamiento eleva la producción a 35.078 t ha^{-1} , en relación al testigo que obtiene 8.674 t ha^{-1} . Con el tratamiento 10 se obtuvo el mejor resultado en la aplicación foliar con una dosis de fertilización inicial de 240 ppm y un rendimiento de 22.676 t ha^{-1} , en cuanto ala corrección de hierro los tratamientos 8, 9 y 10 fueron los mas aceptados en relación a los tratamientos 11, 12 y 13 que fueron los mas rechazados con el menor contenido de hierro. En el contenido de clorofila tomando en cuenta el testigo que fue de 3.4 (mgs/gr de fruto) el tratamiento con mejores resultados es el 10 con 4.20 y el más bajo el tratamiento 3 con 2.90.

ABSTRACT**Economic study on the iron deficiencies (Faith) in the apple tree
(Malus silvestris mil) cv golden delicious****By:****Arturo Velazquez Nataren****Advisors:****Dr. Luis M. Lasso Mendoza****M.C. Juan M. Cepeda Dovala****Dr. Ángel R. Cepeda Dovala.****Ing. Rogelio Pérez Niño****Key words:** Iron benefit, cost, apple, fruit, chlorophyll, sulphate

In the present work economic studies were made on the iron deficiencies (Faith) in apple tree (*malus silvestris thousands*) cv golden delicious. To if same knowing the relation cheap benefit cost considering but and the best ones. The studies were made in the farm san Isidro municipality of Arteaga Coahuila, the fertility took place in two forms of application one to the ground and other foliar the two before the brotación, four treatments with four levels became of exploration. 48 trees under the criterion of uniformity in the vigor selected

themselves and carries of each one, previous wing application of the treatments were made you practice them of marcaje of trees. The application of fertilizers to the ground I am made in a single incorporated application in ditches around the tree. The foliares applications became in three stages first in formation of fruits, second in growth of fruits and third in fruit physiologically mature ones. The evaluated parameters were chlorophyll, degrees brix, firmness of fruit and yield. The economic study of fertilizers I am based on the cost of the product its application and yield that tube in the treatment, in where treatment four is the best option, since it has a benefit cost of 1a 8,35, by each inverted weight recover 8,35 pesos; this treatment elevates the production to 35,078 t has-1, in relation to the witness who obtains 8,674 t has-1. With treatment 10 the best turn out in the application was obtained to foliar with a dose of initial fertilization of 240 ppm and a 22,676 yield of t has-1, as soon as wing iron correction treatments 8.9 and 10 but were accepted in relation to the treatments 11, 12 and 13 that but were rejected with the contained iron minor. In the chlorophyll content taking into account the witness who was of 3,4 (mgs/gr of fruit) the treatment with better results is the 10 with 4,20 and lowest treatment 3 with 2.90.

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.

México 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.

Los suelos de la zona tienen un pH alcalinos y altas cantidades de carbonatos, características que limitan la disponibilidad de fierro y otros nutrientes (P, Zn, Mn, Cu). Además la deficiencia de estos elementos está condicionada por la forma en que se encuentra y por el desbalance que existe entre éste con otros nutrimentos.

En el ámbito nacional se destinan a este cultivo 69,990 hectáreas, con un valor de la cosecha de \$ 31,480.00 M. N. y un rendimiento de 8.1 toneladas por hectáreas. 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 y al suelo, en el presente trabajo se plantean los siguientes, Objetivos e hipótesis:

Objetivos:

- a. Evaluar el beneficio-costo de diversos productos químicos para la corrección de la deficiencia de hierro (Fe).
- b. Determinar la corrección de la deficiencia de hierro (Fe) mediante análisis foliares y el contenido de clorofila.

Hipótesis:

- Existen diversos productos que se emplean para la corrección de hierro (Fe) con una relación beneficio-costos desconocida, además los foliares se consideran más baratos y mejores, que los que se aplican al suelo.
- La corrección de deficiencia de hierro (Fe) se realiza en forma más efectiva cuando se aplica al suelo el nutrimento.

REVISION DE LITERATURA

Origen del Manzano

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

Ramírez Rodríguez, H y Cepeda Siller, M. (1993) menciona que el origen del manzano *Malus Pumila* L. es Transcaucasia Central; mientras que en el Asia Central se originaron el *Malus Silvestris* L. y el *Malus iedzhiana* L.

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

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.

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 pilimento; 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).

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 A. E. (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.

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).

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 sí 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

vigorous, 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).

Poda de formación

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

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).

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).

VARIEDAD GOLDEN DELICIOUS

Álvarez Requejo S. (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 frío, los árboles 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, cerrado 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.

Aconseja establecer esta variedad en forma empalizada sobre portainjertos MM106 y MM111.

CLASIFICACION TAXONOMICA.

Phylum ----- Spermatoahyta.

Clase ----- Dicotiledoneae.

Orden ----- Rosales.

Familia ----- Rosaceae.

Genero ----- Malus.

Especie ----- Silvestris.

Nombre Técnico: Malus Silvestri, mill.

Altura sobre el nivel del mar.

Las alturas mas conveniente 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).

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).

Clima

Landsberg J. J. y Jones H. G. (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 fotosintatos y por lo tanto grandes cantidades de asimilatos.

Rojas G. M. y Ramírez R. H. (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 adecuadas, así que en estado final necesitan acumular horas calor.

Westwood, M. N. (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 presentan 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 necesario 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 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 frío es de 7.2°C y conforme ésta desciende 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, marchites 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.

Requerimientos hídricos.

Álvarez (1988) afirma que el manzano utiliza gran cantidad de agua, como todos los vegetales de fruto carnosos, 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).

Landsberg y Jones (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.

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 portainjerto 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 de l 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.

Suelos calcáreos.

Cuando la precipitación no es suficiente como para eliminar los productos básicos de la intemperización, se desarrollan suelos alcalinos (Cepeda, Dovala J. M. 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, G. W. 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).

Función fisiológica de los elementos.

Millar, C. E. (1964) cita que no solamente se requiere que los elementos nutritivos estén presentes en forma tal que las plantas puedan utilizarlos, sino que también debe haber un balance entre ellos, de acuerdo con las cantidades que la planta necesita. Agrega que no obstante 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.

Esta 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 específico; 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 (1989) 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 clorofiliana, 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.

Nitrógeno

El contenido de nitrógeno del suelo puede ser aumentado artificialmente mediante la adición de abonos orgánicos, ya sean estiércoles, 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 mas 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 amarilleare; la floración es poco abundante; los frutos son pequeños, de mediana calidad y sin aroma.

Fósforo

En suelos alcalinos calcáreos los iones fosfatos suelen formar fosfatos de calcio y magnesio, que son insoluble 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 nucleico, 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 mas 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 (Alvarez, 1988).

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.

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 (Alvarez, 1988).

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).

Alvarez (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 estercolaron. 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 anticriptogámicos.

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, zineb, captan, etc. son buena fuente del mismo (Alvarez, 1988).

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).

Cobre

Trocme y Gras (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 debido 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.

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).

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 anormalidades 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.

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 sustancias nitrogenadas en los tejidos de la planta, por ejemplo, reducción de nitratos (Fuentes, 1983).

Hierro

Función

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 está 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 flavoproteínas 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 máximo. 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 guardan estrecha correlación con el contenido de hierro, a menos que éste se suministre a una tasa baja y constante.

El Hierro en el Suelo

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

Damon Boyton y G. H. Oberty (1986), El fierro esta comúnmente en suelos minerales en cantidades mas allá de las necesarias para el manzano. La disponibilidad de este nutriente esencial, es por lo tanto, condicionado mas 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); 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 ionicos 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 tan bien 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 Bornemisza, 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 fierro en la planta, (Tisdale y Nelson, 1991).

Trocme y Gras (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 R. y Cepeda S. (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 CO_2), temperaturas extremas y gran intensidad luminosa, nivel elevado de orgánicos en el suelo y daños a la raíces por nemátodos 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.

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).

Westwood (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. Un grupo prostético es la parte no proteica de una enzima sin la cual la enzima no puede funcionar.

La porfirina de hierro es el grupo prostético 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 Ryugo, 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 esta 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.

Tisdale y Nelson (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 hierro en forma de Fe^{+3} pueden mostrar síntomas de deficiencia del mismo.

Síntomas de Deficiencia.

Las hojas de árboles deficientes en hierro tienen un patrón característico de clorosis. La parte intervenal de la lamina aparece blanquecina, y la región a lo largo de la vena central y las venas permanecen verdes. Las primeras hojas en aparecer 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 coenzimático. 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 Ryugo, 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 y Gras (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 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 más 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 intervenal es grave los nervios más finos dejan de ser verdes, posteriormente los nervios principales y la hoja puede ser totalmente despojada de la clorofila (Loué, 1988).

Alvarez (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.

Síntomas De Exceso

El hierro puede acumularse en cientos de ppm sin síntomas de toxicidad. Esta 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 amoniacaes, ejercen una influencia sobre la excreción del ión bicarbonato y sobre el pH del medio y por lo tanto favorece a atenuar 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 y Kafkafi (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 mas 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 y Mills (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

Fertilización

Ortíz V. (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.

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 y Nelson (1988), mencionan 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.

Fertilización foliar.

Ordoñez, C. (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 y Nelson (1988) 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.

Roese 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.

Quelatos

Loué (1988), dice que los quelatos de síntesis resultan de la combinación de un agente quelatante (bajo la forma de un ácido o de una sal de sodio) con un ion metálico. Los agentes quelatantes pueden combinarse con un metal (Fe, Mn, Zn, Cu) para constituir una especie de estructura en anillo o en pinza. Esta estructura reserva el ion metal de la formación de compuestos insolubles con otros cuerpos, así como la de fijación por las arcillas del suelo.

Es difícil remediar las deficiencias de hierro (clorosis). Se ha tenido éxito en algunos cultivos con el uso de quelatos de hierro, pero este método no es siempre aplicable y además es costoso (Elemer B., 1982).

Tisdale y Nelson, (1988) dicen que los microelementos quelatados son más caros que el sulfato ferroso bajo una base de libra a libra. Sin embargo, se requieren solamente cantidades pequeñas para corregir la clorosis.

Agregan que los quelatados se definen como estructuras cíclicas de un átomo metálico y un componente orgánico en que los dos componentes están unidos con varios grados de fuerza, variando de un enlace débil a un enlace metal orgánico fuerte tipo de las porfirinas metálicas.

Los quelatos metálicos son solubles en agua. Los utilizados comúnmente en la agricultura se disuelven tan solo en un grado ligero (poco soluble). De aquí que, aunque disminuyan la actividad de los iones metálicos en solución acuosa, la solubilidad de estos metales es aumentada en combinación con agentes quelatantes.

Numerosas sustancias tienen la capacidad de quelatar o secuestrar iones metálicos. Diversos compuestos son importantes comercialmente en agricultura, cuatro de ellos son: EDTA y EDDHA, que se muestran en las figuras 1 y 2 respectivamente.

Los iones metálicos secuestrados normalmente en forma comercial son el hierro, cobre, zinc y manganeso. Cómo, exactamente, estos metales quelatados son absorbidos y utilizados por las plantas no se conoce. Se creyó que la molécula intacta era absorbida por los pelos radiculares, porque alguno de los trabajos mostró que una porción 1:1 de metal-quelato existía en las células radiculares. Trabajos posteriores indicaron que el metal y el quelato no eran absorbidos uniformemente y que, a bajos valores de pH, apreciables cantidades de los quelatos permanecían en la solución externa a la raíz incluso aunque el metal en sí mismo hubiera sido absorbido (Tisdale y Nelson, 1988)

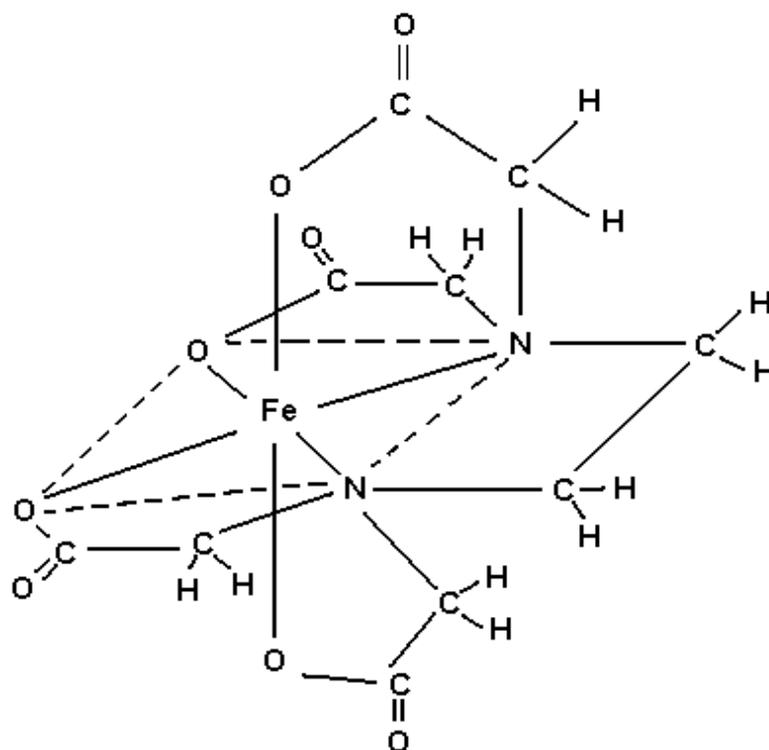


Figura 4.2 Estructura del agente quelatante Fe-EDTA

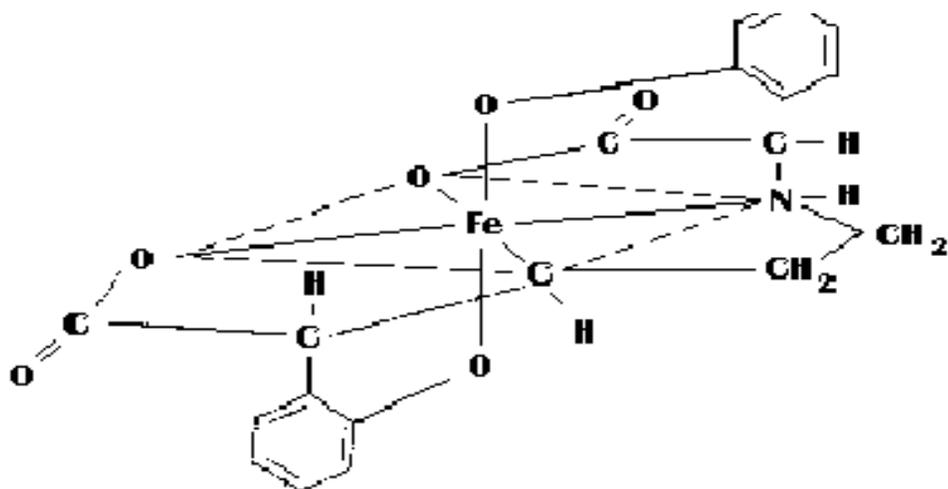


Figura 4.3.-Estructura del agente quelatante EDDHA-Fe

Cooke (1983) menciona que los quelatos metálicos son solubles en agua y a veces se aplican al follaje en aspersiones para corregir con rapidez las deficiencias, pero también se pueden colocar en el suelo. A menudo los materiales quelatados son mucho más eficientes que las sales ordinarias de los micronutrientes y puede necesitarse mucha menor cantidad, en especial, en donde el suelo precipita al elemento de las sales ordinarias en formas muy solubles.

Por lo general, la adición al suelo de sulfato de hierro es poco eficaz al quedar pronto insolubilizado. Resulta más seguro emplear compuestos orgánicos de hierro, llamados quelatos; bajo esta forma, el hierro conserva su actividad y penetra y circula por la planta con facilidad (Alvarez, 1988).

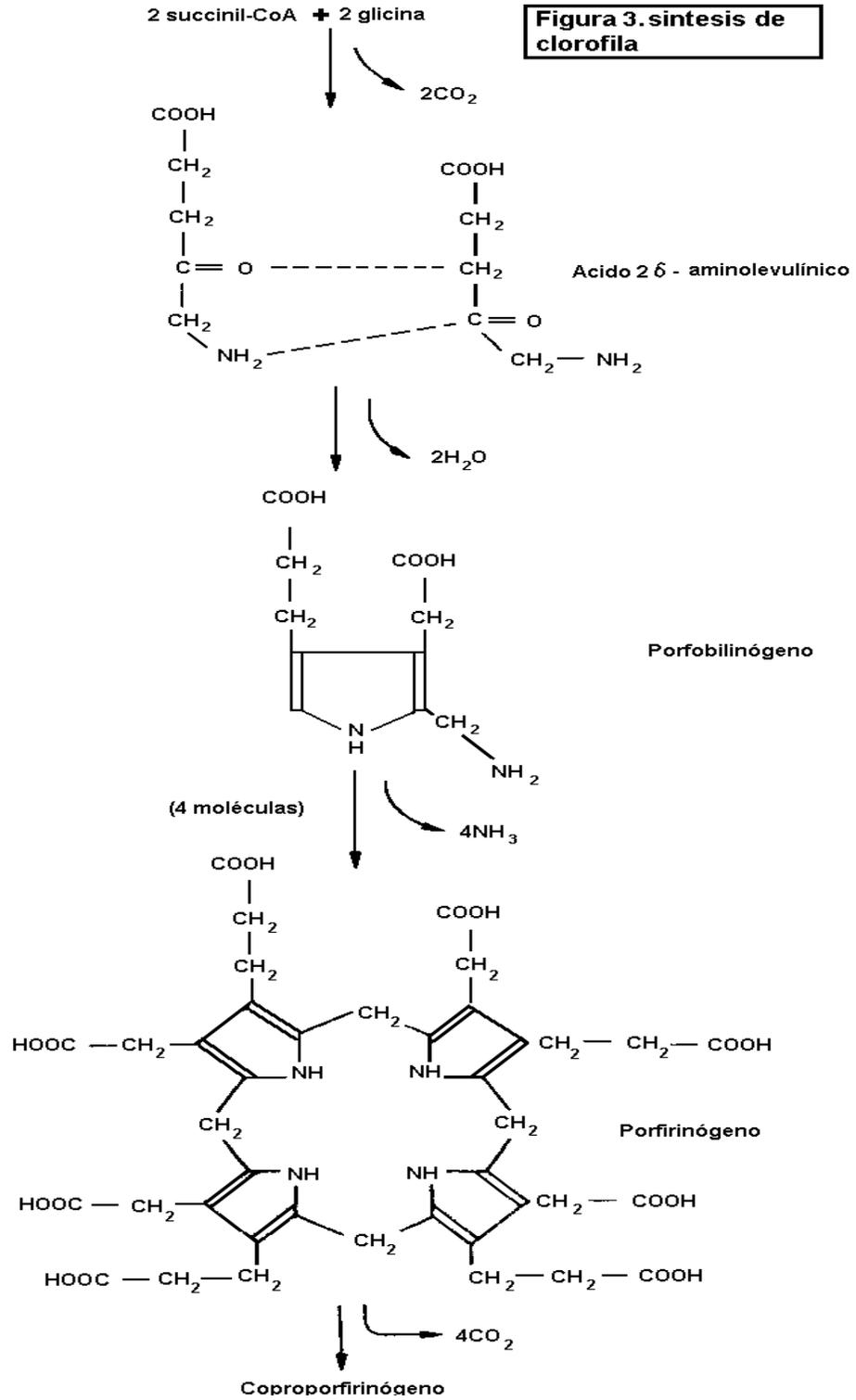
Clorofila

Bidwell (1993) menciona que las transformaciones en su biosíntesis fueron estudiadas en animales y bacterias y se presentan en la figura 1. Los materiales iniciales son el ácido succínico, como succinil-CoA, y la glicina. Éstos se combinan para formar ácido δ -amino-levulínico; dos moléculas de esta sustancia se condensan y forman porfobilanógeno, que contiene ya un anillo pirrol. Cuatro moléculas de porfobilinógeno, se condensan luego para formar el porfirinógeno que tiene la estructura tetrapirrólica básica del núcleo porfirínico. El porfirinógeno sufre modificaciones para dar protoporfirina IX, que posee esencialmente la estructura de la clorofila pero le falta el átomo de Mg. Se

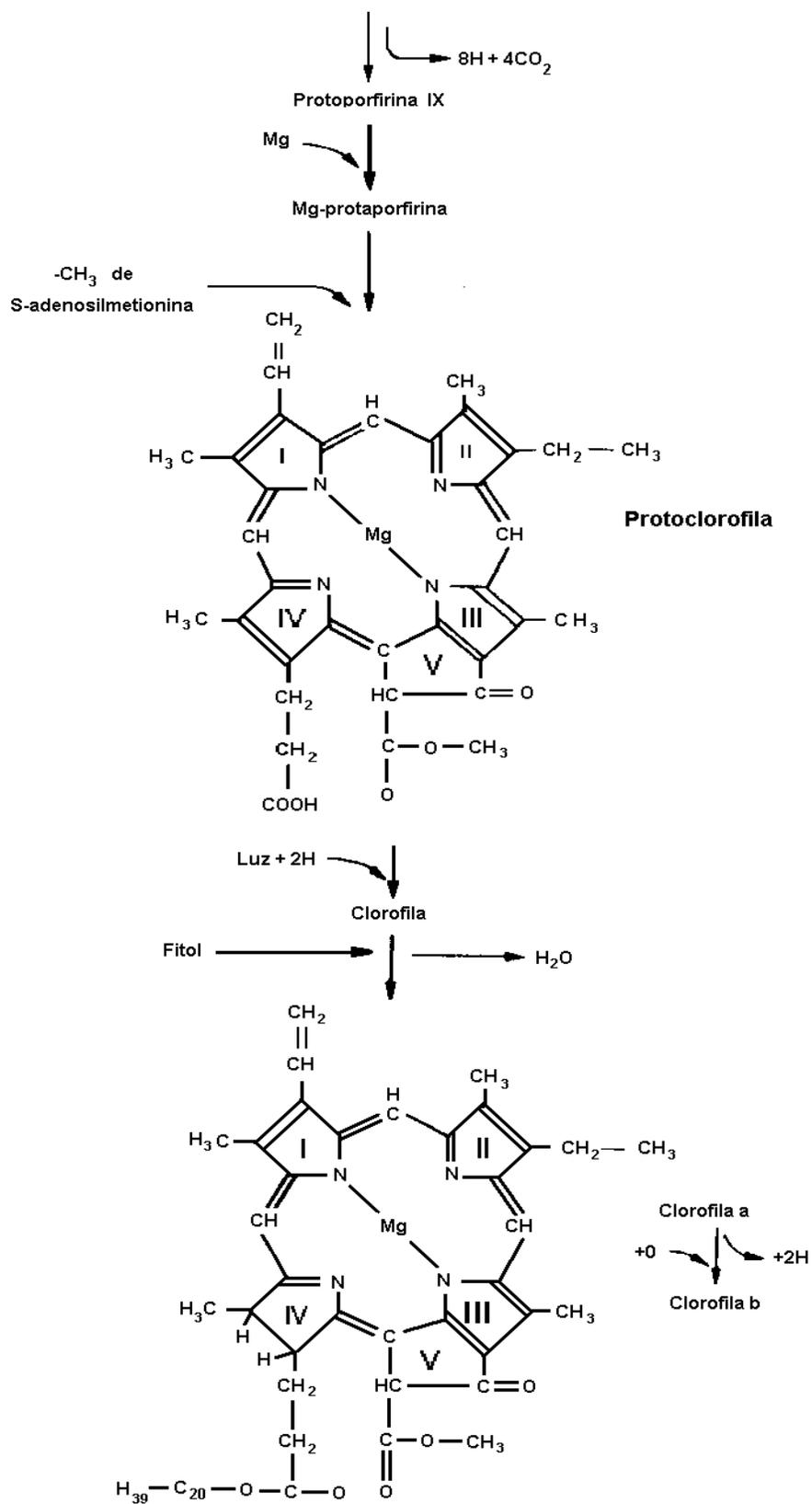
introduce el magnesio, se forma el anillo V de ciclopentanona y resulta la protoclorofilida que se conjuga con una proteína especial en el plasto, y se reduce por acción de la luz que absorbe dando clorofilida a (El término clorofilida generalmente se aplica a una clorofila. A la que le falta el grupo fitil. Cuando le falta el átomo de Mg a veces se llama una clorofilina). Luego el grupo fitil se esterifica sobre el ácido propiónico en el anillo IV, dando clorofila a. Al parecer la clorofila b se forma a partir de la clorofila a por oxidación del grupo metil en el anillo II formando aldehído.

Recientemente se propuso que el ácido δ -amino levulínico se elabora en las hojas de maíz y otras por una reacción mucho más simple que involucra la relación de α -cetoglutarato y la transaminación del producto.

El hierro es esencial para la síntesis del ácido δ - amino levulínico; la carencia del hierro determina una clorosis característica en los tejidos verdes. La síntesis de la clorofila a partir de protoclorofila o protoclorofilida requiere de luz en la mayoría de las especies. Las longitudes de ondas más efectivas para esta transformación son 450 y 650 nm, que corresponden a la máxima absorción de la protoclorofila. Todos los pasos de la síntesis de la clorofila, a partir del ácido δ - aminolevulínico ocurren en el cloroplasto, el lugar de la síntesis de este ácido no se conoce.



continua en la siguiente pagina



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).

MATERIALES Y METODOS

La realización del presente trabajo fue durante el ciclo de producción de 2004.

En la pequeña propiedad denominada “San Isidro” dentro del Cañón de la Roja, perteneciente al municipio de Arteaga.

Localización del Sitio Experimental

Este lugar se encuentra situado a los $100^{\circ} 41' 30''$ longitud oeste, $25^{\circ} 30' 30''$ latitud norte, con una altitud aproximada de 2,200 msnm. (Metros sobre el nivel del mar).

El cual 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 (kilómetros) 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 parte aguas naturales.

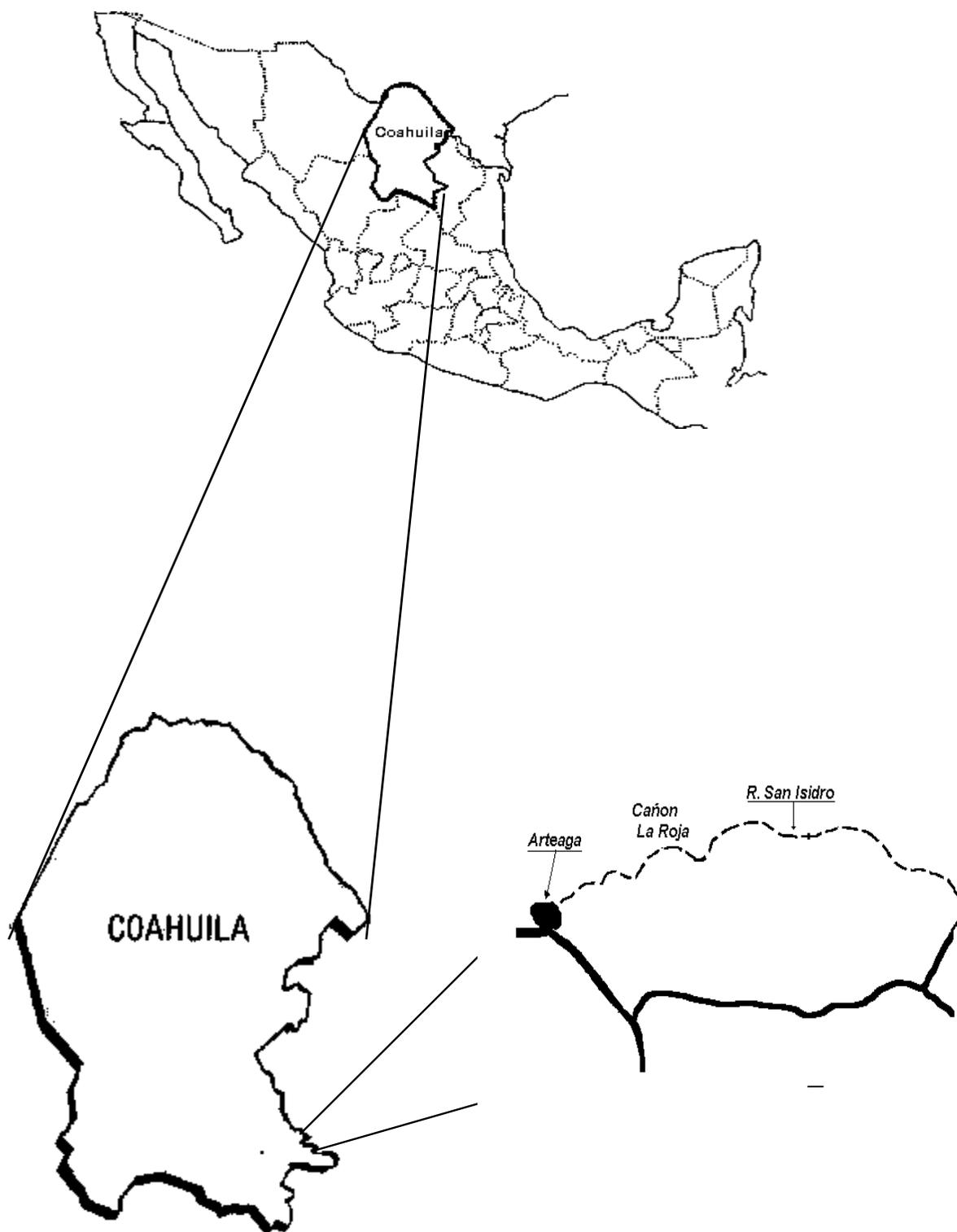


Figura 4.1: Mapa de localización del sitio experimental

Caracterización del Sitio Experimental

Clima

CETENAL (1977) reportó que según la clasificación de Köppen modificado por E. García, el clima predominante en la localidad del cañón de la Carbonera se sitúa dentro de la fórmula: Bso (h₀)W (e₀), cuya descripción es; clima seco, muy extremoso.

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.

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%.

Suelo

Según la cartografía del lugar, El suelo se clasifica 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 2.

Cuadro 2: Análisis de descripción de suelo

CARACTERÍSTICAS	METODO	VALOR	UNIDADES
Textura	Hidrómetro	25	Arena (%)
		25	Limo (%)
		50	Arcilla (%)
Textura		ARCILLOSO	
Dr	Picnómetro	2.4	g/cc
Da	Probeta	1.10	g/cc

(%) = Porcentaje

g/cc = gramos por centímetro cúbico.

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.

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.

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.

Como fuente de hierro:

Sulfato Ferroso (FeSO_4) al 19.5 %.

Kelatex Fe al 9 %.

Maxiquel Fe 190 al 6 %.

Se aplicaron al suelo de manera uniforme los fertilizantes requeridos por las plantas en su ciclo vegetativo normal, con una dosis de fertilización de Triple cincuenta (50-50-50) expresadas en kilogramos por hectárea (kg ha^{-1}), la cual se utilizaron las fuentes siguientes:

Para la aplicación de NPK:

Sulfato de Potasio 50% (100 Kg ha^{-1}).

Fosfato Monoamónico (MAP) 11-52-00 (96.15 Kg ha^{-1}).

Urea 46% (85.70 Kg ha^{-1}).

Niveles de Estudio.

La fertilización se efectuó en dos formas de aplicación (cuadro 3), una al suelo que se realizó antes de la brotación y otra foliar. Se hicieron 4 tratamientos con 4 niveles de exploración,

Cuadro 3: Niveles de Estudio: suelo y foliar

SUELO		FOLIAR	
sulfato de fierro 19.5% (gr./árbol)	maxiquel Fe 190 6% (gr./árbol)	Kelatex Fe 9% (ppm)	Maxiquel Fe 190 6% (ppm)
0	0	0	0
10	4	80	80
20	8	160	160
40	12	240	240

Gr= gramos ppm = partes por millón

Tratamiento al Suelo

Cuadro 4: Tratamiento de fertilización del suelo en estudio

Arbol	REP.	SULFATO DE FIERRO 19.5% (G.)	ARBOL	REP.	MAXIQUEL FE 190 6% (G.)
1	T ¹ R ¹	0	23	T ¹ R ²	0
2	T ² R ¹	10	24	T ⁵ R ¹	4
3	T ³ R ¹	20	25	T ⁶ R ¹	8
4	T ⁴ R ¹	40	26	T ⁷ R ¹	12
5	T ¹ R ¹	0	27	T ¹ R ²	0
6	T ² R ²	10	28	T ⁵ R ²	4
7	T ³ R ²	20	29	T ⁶ R ²	8
8	T ⁴ R ²	40	30	T ⁷ R ²	12
9	T ¹ R ¹	0	31	T ¹ R ³	0
10	T ² R ³	10	32	T ⁵ R ³	4
11	T ³ R ³	20	33	T ⁶ R ³	8
12	T ⁴ R ³	40	34	T ⁷ R ³	12

T= Tratamientos R= Repetición

Tratamientos Foliar

Cuadro 5: Tratamientos Foliares en árboles de manzano

ÁRBOL	REP.	MAXIQUEL FE 190 6% (PPM.)	ÁRBOL	REP.	KELATEX FE 9% (PPM.)
13	T ¹ R ¹	0	37	T ¹ R ³	0
14	T ⁸ R ¹	80	38	T ¹¹ R ¹	80
15	T ⁹ R ¹	160	39	T ¹² R ¹	160
16	T ¹⁰ R ¹	240	40	T ¹³ R ¹	240
17	T ¹ R ²	0	41	T ¹ R ³	0
18	T ⁸ R ²	80	42	T ¹¹ R ²	80
19	T ⁹ R ²	160	43	T ¹² R ²	160
20	T ¹⁰ R ²	240	44	T ¹³ R ²	240
21	T ¹ R ²	0	45	T ¹ R ³	0
22	T ⁸ R ³	80	46	T ¹¹ R ³	80
35	T ⁹ R ³	160	47	T ¹² R ³	160
36	T ¹⁰ R ³	240	48	T ¹³ R ³	240

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 practica se realizo el 15 de febrero de 2004 previo a la brotación de los árboles.

La fertilización al suelo se realizo 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 febrero de 2004.

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

Evaluación experimental

A) Se estudio la relación beneficio costo mediante la ecuación siguiente

Su expresión matemática corresponde a:

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

Donde:

B_n = Beneficios de cada año.

C_n = Costo de cada año.

n = Numero de años.

i = Tasa de interés (descuento) o actualización.

B) Determinación de corrección de la deficiencia de Hierro.

C) Estudio descriptivo, en cuanto a las medidas de tendencia central:

Media (\bar{X}), moda (M_O), Mediana (M_d).

Las medidas de variación: Varianza (S^2), desviación estándar (S), coeficiente de variación expresada en porcentaje (CV), curtosis (K), coeficiente de asimetría ($C.A$).

D) Diseño Experimental

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo en bloques, cada uno con tres repeticiones donde la unidad experimental fue un árbol por parcela. Se seleccionaron 48 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.

Los resultados se interpretaron considerando un análisis de varianza, correspondiente el siguiente modelo estadístico:

Modelo Lineal de Bloques Completamente al Azar

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Es la variable en estudio

μ = Media general

τ_i = Efecto de la i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16$ (tratamientos)

$j = 1, 2, 3$ (bloques)

$E(\varepsilon_{ij}) = 0$; $E(\varepsilon_{ij}^2) = \sigma^2$; y $E(\varepsilon_{ij} \varepsilon'_{ij}) = 0$

Se empleo el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL, 2001) para realizar los análisis de varianza y las pruebas de medias. (Tukey, $\alpha = 0.01$), complementando la información metódica con los siguientes autores: Cochran, W. G. y G. M. Cox (2003), Snedecor, G. W. y G. W. Cochran (2000), Stell, R. G. D. y Torrie, J. H. (2001).

Parámetros Evaluados

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

Cuadro 6. Análisis y metodología que se realizaron en el suelo y planta

Elementos	Metodología	Cuadro
N	Cálculo	cuadro 2 ^a
P	Olsen	cuadro 3 ^a
K	Cobaltinitrito de sodio	cuadro 4 ^a
Fe	Absorción	cuadro 7 ^a
M.O	Walkley Black	cuadro 20 ^a
Ca	Volumetría	cuadro 21 ^a
Mg	Volumetría	cuadro 22 ^a

Crecimiento Vegetativo

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

Sección Transversal de la Rama

Primeramente se midió el grosor de la rama, estas mediciones se hicieron al principio y al final del experimento.

Longitud de Brotes

Al inicio del ciclo se seleccionaron cuatro brotes del árbol; un brote en cada punto cardinal (norte, sur, este y oeste), a cada uno se le tomó la longitud al inicio y al final del ciclo con una regla métrica.

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 tomó 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 (AMVA).

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 7: Clasificación por categoría

Categoría	Diámetro
Extra	mayor de 6.7cm
Primera	6.7-6.2 cm
Segunda	6.1-5.5 cm
<u>Tercera</u>	<u>menor de 5.5 cm</u>

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.

Resistencia a la Penetración

Determinada en base a la evaluación que se hizo en el laboratorio con la utilización del penetrómetro. Al mismo tiempo una gota de jugo se tomaron los grados Brix en el refractómetro.

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.

Numero de Frutos

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.

Clorofila

Este parámetro se realizó en la fecha de cosecha, tomando dos hojas del brote marcado en cada punto cardinal (dos de la rama norte, dos de la rama sur, dos de la rama este y dos de la rama oeste), por árbol. Para posteriormente realizarse el análisis cuantitativo de clorofila en el espectrofotómetro (colorimetría).

Estudio Económico.

El estudio económico de los fertilizantes, se basó en el costo del producto su aplicación, y el rendimiento que se tuvo en el tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Relación beneficio-costo

tratamiento	Costo real/ah	Incremento Por fertilización	Rendimiento total/ah	Valor de venta	utilidad bruta	Relación Costo/ben
4	\$18,108	\$108.75	35.078	\$169,361	\$151,252	1:8..35

Se señala en el cuadro anterior el tratamiento que mostró mayor resultado en cuanto a la relación beneficio/costo dado a que tiene un rendimiento mayor por toneladas el valor de venta y la utilidad bruta es mayor que los demás tratamientos y por cada peso que se invierta se recuperan 8 pesos con 35 centavos

Hierro en el Suelo

Damon Boyton, et al (1986) menciona que el hierro 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 desvalance entre él y otros elementos nutrimentales en la planta que por su ausencia en el suelo.

La figura (4.4) muestra gráficamente en contenido de hierro (Fe) en el suelo durante el ciclo de producción y en el cuadro (8) se encuentran los valores por tratamiento del contenido de hierro (Fe) en el suelo que se graficaron.

En la figura (4.4) se muestra que al principio el contenido de Fe en el suelo era de 1.5 ppm.

En el estado de crecimiento los tres tratamientos que sobre salieron fueron T2, T3 y T4 con una dosis de fertilización de 10gr, 20gr y 40gr (FeSO_4) y un contenido de Fe de 1.2, 1.2 y 1.2 ppm respectivamente.

Por otro lado los tratamientos que se mantuvieron igual al testigo (0.9ppm) fueron T5, T6, T8, T12 y T13, con una dosis de fertilización de 4gr (EDDHA-Fe), 8gr (EDDHA-Fe), 80ppm (EDDHA-Fe), 160ppm (EDTA-Fe) y 240ppm (EDTA-Fe) respectivamente.

En la cosecha los tratamientos que sobre salieron fueron T3, T7, T9 y T10, con una dosis de fertilización de 20gr (FeSO_4), 12gr (EDDHA-Fe), 160 ppm (EDDHA-Fe) y 240ppm (EDDHA-Fe) con un contenido de Fe de 1.0 ppm, 1.0 ppm, 1.0 ppm y 1.1 ppm respectivamente.

Cuadro 8. Valores del contenido de hierro (ppm) en el suelo

TRATAMIENTO	INICIO	CRECIMIENTO	COSECHA
T1	1.5	0.9	0.9
T2	1.5	1.2	0.9
T3	1.5	1.2	1.0
T4	1.5	1.2	0.7
T5	1.5	0.9	0.8
T6	1.5	0.9	0.9
T7	1.5	1.0	1.0
T8	1.5	0.9	0.9
T9	1.5	1.0	1.0
T10	1.5	1.1	1.1
T11	1.5	1.0	0.9
T12	1.5	0.9	0.9
T13	1.5	0.9	0.9

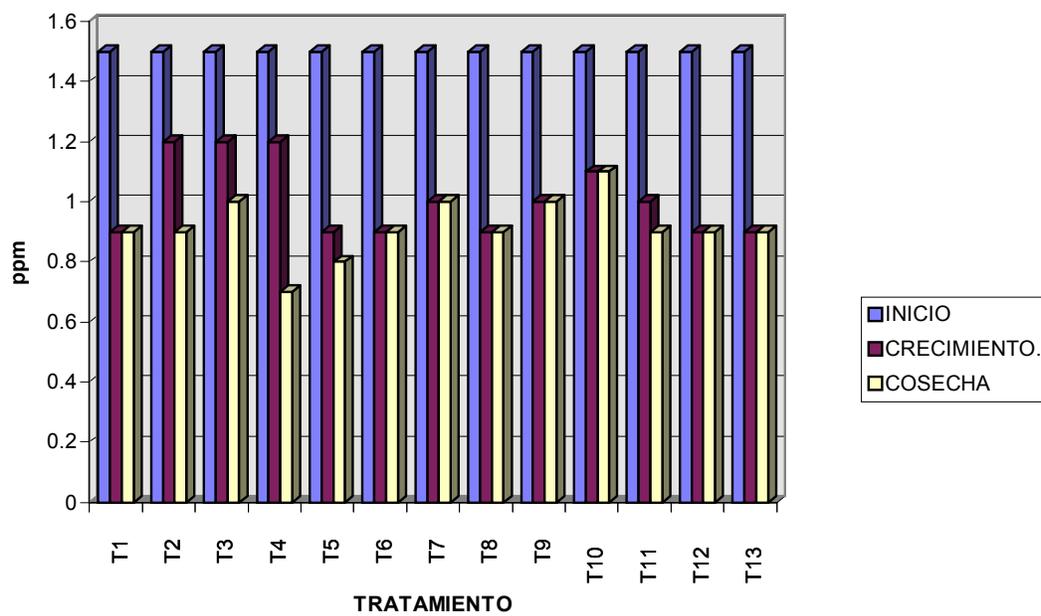


Figura 4.4. Contenido de hierro en el suelo por etapas en el ciclo de producción.

Hierro en la Planta

La figura (4.5) muestra gráficamente el contenido de hierro por tratamientos y en el cuadro (9) se muestran los valores del análisis foliar.

En la figura (4.5) podemos observar que los tratamientos que sobre salieron fueron T8, T9 y T10 con una dosis de fertilización de 80 ppm, 160 ppm y 240 ppm (EDDHA-Fe), con un contenido de hierro de 197ppm. 200 ppm y 205 ppm respectivamente.

Por otro lado tenemos que los de menor contenido de hierro fueron los tratamientos T11, T12 y T13 con una dosis de fertilización de 80 ppm, 160 ppm y 240 ppm (EDTA-Fe) con un contenido de hierro de 87 ppm, 87.33 ppm y 92.67 ppm, tomando en cuenta que el testigo obtuvo un nivel de 119 ppm.

Por lo tanto el tratamiento de mayor contenido de hierro fue el T10 con un valor de 205 ppm, y el de menor valor es el tratamiento T11 con 87 ppm.

Cuadro 9. Contenido de hierro en la planta.

TRATAMIENTO	Fe ppm	TRATAMIENTO	Fe ppm
T1	119.00	T8	197.00
T2	186.00	T9	200.00
T3	191.33	T10	205.00
T4	186.67	T11	87.00
T5	142.00	T12	87.33
T6	140.33	T13	92.67
T7	136.00		

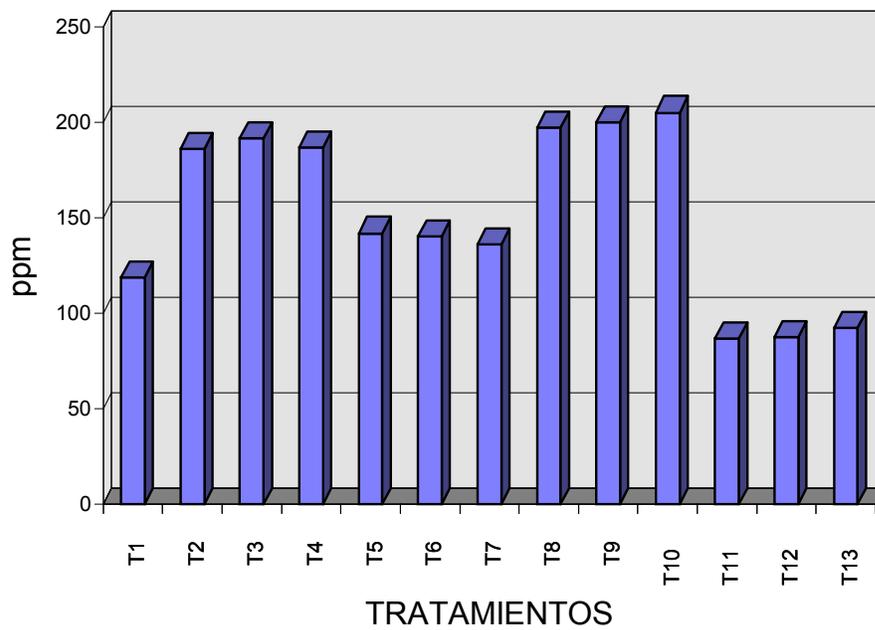


Figura 4.5. Contenido de hierro en la planta en el ciclo de producción.

Clorofila

La figura (4.6) muestra gráficamente el contenido de clorofila y en el cuadro (10) se muestra los valores por tratamiento y en el cuadro (1) del apéndice se muestran los valores de contenido de clorofila por repetición.

En la figura (4.6) se puede observar que los tratamientos sobre salientes en contenido de clorofila son T8, T9, T10 y T13 con una dosis de fertilización de 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm (EDDHA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) con un contenido de clorofila de 3.79, 4.00, 4.20 y 3.79 respectivamente.

Por otro lado tenemos que los tratamientos que se mostraron por debajo del testigo fueron los tratamientos T3, T4 y T11 con una dosis de fertilización de 20gr (FeSO₄), 40gr (FeSO₄) y 80 ppm (EDTA-Fe) con un contenido clorofílico de 2.90, 3.10 y 3.10 respectivamente, tomando en cuenta que el testigo fue de 3.14.

Por lo tanto el tratamiento que obtuvo un contenido mayor de clorofila fue el T10 y el más bajo fue el T3.

Cuadro 10. Valores presentados por tratamientos del contenido de clorofila total.

TRATAMIENTO	CLOROFILA	TRATAMIENTO	CLOROFILA
T1	3.14	T8	3.79
T2	3.14	T9	4.00
T3	2.90	T10	4.20
T4	3.10	T11	3.10
T5	3.43	T12	3.40
T6	3.50	T13	3.79
T7	3.76		

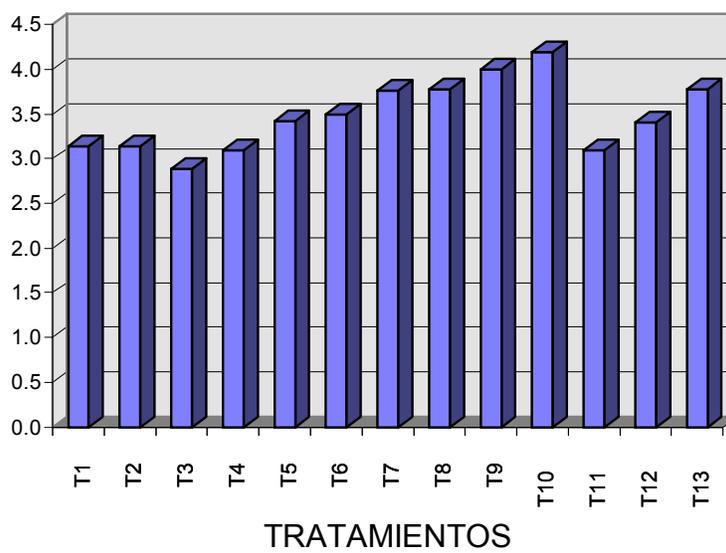


Figura 4.6. Contenido de clorofila total en la planta.

Calidad de la fruta

Para la discusión de esta variable fue necesario dividirla en cuatro categorías (extra, primera, segunda y tercera) para dar a conocer en forma mas detallada los resultados de cada tratamiento.

Las variables que se analizaron para determinar la calidad de la fruta fueron contenido de azúcar ($^{\circ}\text{B}$), firmeza de la fruta (Lb/plg^2) y rendimiento (Ton Ha^{-1}).

Grados Brix

Esta variable sirve para identificar si el elemento da un mayor contenido de azúcar al fruto y también nos sirve para saber la calidad del fruto.

Extra

La figura (4.7) muestra la gráfica de contenido de azúcar de esta categoría y en el cuadro (11) los valores por tratamiento que representa la gráfica y en el cuadro (5a) del apéndice se muestran el grado de azúcar de esta categoría por repeticiones.

En la figura (4.7) se puede observar que los tres tratamientos de mayor contenido de azúcar fueron T7, T8 y T10 con una dosis de fertilización de 12gr (EDDHA-Fe) al suelo, 80 ppm (EDDHA-Fe) foliar y 240 ppm (EDDHA-Fe) foliar, con un contenido de azúcar de 15.5, 15.3 y 15.8 $^{\circ}\text{B}$ respectivamente.

Los tratamientos mas bajos en contenido de azúcar fueron T2, T3 y T4 con una dosis de fertilización de 10gr, 20gr y 40gr (FeSO_4) al suelo y un

contenido de azúcar de 8.7, 9.4 y 13.9°B respectivamente, tomando en cuenta que el testigo (T1) tuvo un valor de 13.9°B.

Cuadro 11. Valores de contenido de azúcar de la categoría extra.

TRAT.	G°B	TRAT.	G°B	TRAT.	G°B
T1	13.9	T6	14.7	T11	14.1
T2	8.7	T7	15.5	T12	14.1
T3	9.4	T8	15.3	T13	14.5
T4	13.9	T9	14.7		
T5	15.2	T10	15.8		

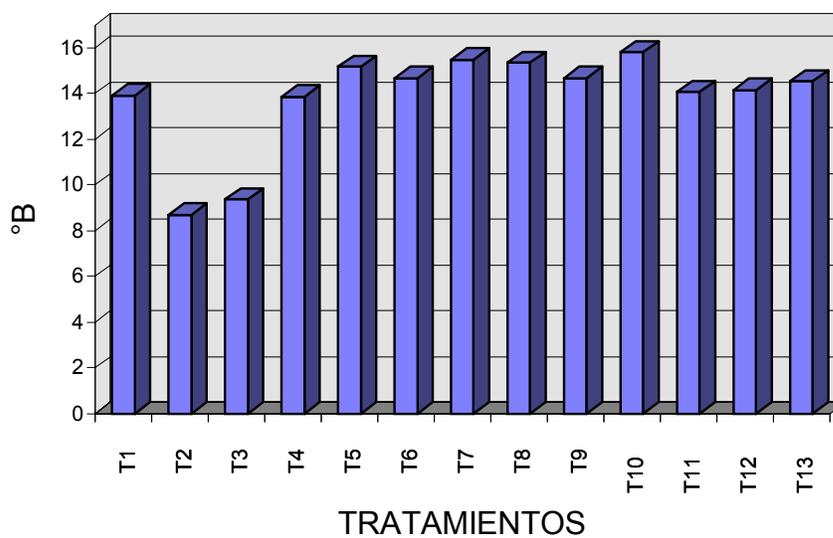


Figura 4.7. Concentración de azúcar en la categoría extra

Primera

La figura (4.8) muestra la gráfica de contenido de azúcar de esta categoría y en el cuadro (12) los valores por tratamiento que representa la gráfica y en el cuadro (6a) del apéndice se encuentra los valores de esta categoría por repeticiones.

En la figura (4.8) se puede observar que los tratamientos con un contenido mayor de azúcar son T5, T6, T10 y T13 con una dosis de fertilización de 4gr (EDDHA-Fe), 8gr (EDDHA-Fe), 240ppm (EDDHA-Fe) y 240ppm (EDTA-Fe) con un contenido de azúcar de 15.5°B, 15.4°B, 15.2°B y 15.2°B respectivamente.

Con respecto al testigo (T1) los tratamientos mas bajos son T2, T4, T8 y T9 con una dosis de fertilización de 10gr (FeSO₄), 40gr (FeSO₄), 80ppm (EDDHA-Fe) y 160ppm (EDDHA-Fe) con un valor de 14.0°B, 13.6°B, 14.0°B y 14.0°B, tomando en cuenta que el testigo tiene un valor de 14.3°B.

Cuadro 12. Valores de contenido de azúcar de la categoría primera.

TRAT.	G°B	TRAT.	G°B	TRAT.	G°B
T1	14.3	T6	15.4	T11	14.8
T2	14.0	T7	15.0	T12	15.0
T3	14.5	T8	14.0	T13	15.2
T4	13.6	T9	14.0		
T5	15.5	T10	15.2		

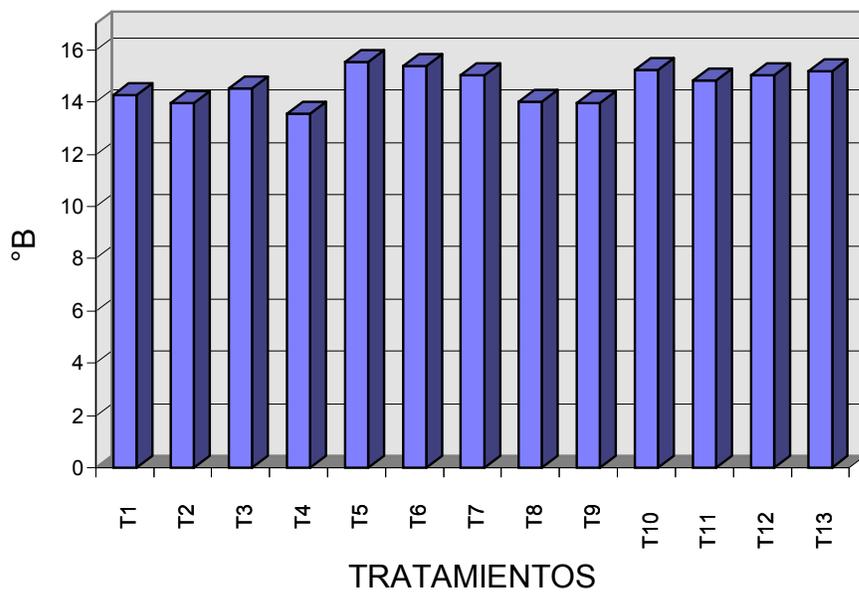


Figura 4.8. Contenido de azúcar en la categoría primera

Segunda

La figura (4.9) muestra la gráfica de contenido de azúcar de esta categoría y en el cuadro (13) los valores que representa la gráfica y en el cuadro (7a) del apéndice los valores de esta categoría por repeticiones.

En la figura (4.9) se puede observar que los tratamientos con un contenido mayor de azúcar son T5, T6 y T10 con una dosis de fertilización de 4gr (EDDHA-Fe), 8gr (EDDHA-Fe) y 240ppm (EDDHA-Fe) con un contenido de azúcar de 15.3, 15.5 y 15.3°B respectivamente.

Con respecto al testigo (T1) que obtuvo un valor de 14.4°B los tratamientos que estuvieron por debajo fueron T2, T3 y T9 con una dosis de fertilización de 10gr (FeSO₄), 20gr (FeSO₄) y 160ppm (EDDHA-Fe) con un grado de azúcar de 14.1°B, 13.8°B y 13.9°B respectivamente.

Cuadro 13. Valores de contenido de azúcar de la categoría segunda.

TRAT.	G°B	TRAT.	G°B	TRAT.	G°B
T1	14.4	T6	15.0	T11	15.1
T2	14.1	T7	15.5	T12	14.3
T3	13.8	T8	14.3	T13	15.1
T4	14.2	T9	13.9		
T5	15.3	T10	15.3		

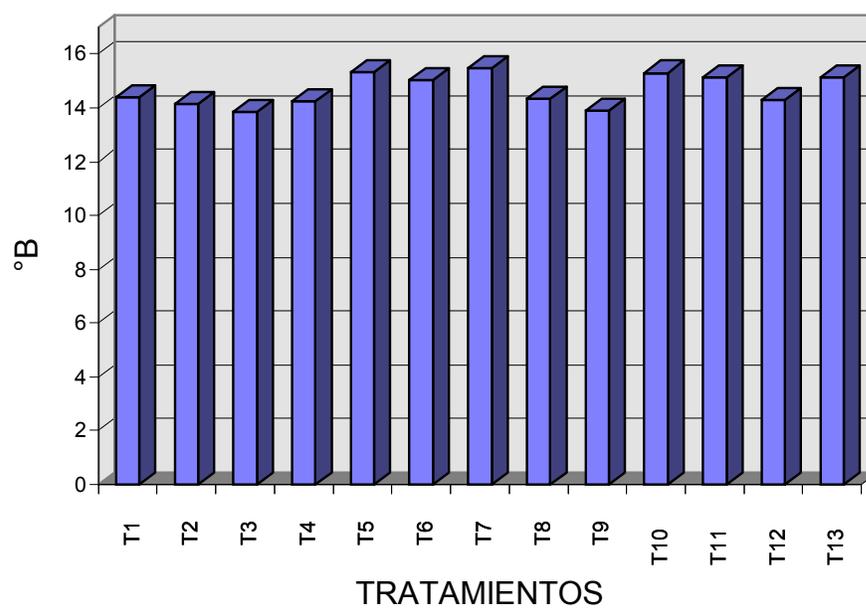


Figura 4.9. Concentración de azúcar en la categoría segunda.

Tercera

La figura (5.1) muestra la gráfica de contenido de azúcar de esta categoría y en el cuadro (14) los valores que representa la gráfica y en el cuadro (8a) del apéndice los valores de esta categoría por repeticiones.

En la figura (5.1) se puede observar que los tratamientos con un contenido mayor de azúcar son T2, T5, T7 y T10 con una dosis de fertilización de 10gr (FeSO₄), 4gr (EDDHA-Fe), 12gr (EDDHA-Fe) y 240 ppm (EDDHA-Fe) y un contenido de azúcar de 15.6°B, 16.0°B, 15.6°B y 16.2°B.

Y los tratamientos mas bajos fueron los T4, T11 Y T12 con una dosis de fertilización de 40gr (FeSO₄), 80 ppm (EDTA-Fe) y 160 ppm (EDTA-Fe) con un contenido de azúcar de 14.1°B, 14.4°B y 14.5°B respectivamente.

Cuadro 14 Valores de contenido de azúcar de la categoría tercera.

TRAT.	G°B	TRAT.	G°B	TRAT.	G°B
T1	14.6	T6	15.4	T11	14.4
T2	15.6	T7	15.6	T12	14.5
T3	15.2	T8	15.3	T13	15.1
T4	14.1	T9	15.2		
T5	16.0	T10	16.2		

En este parámetro se puede predecir que el tratamiento que en promedio contiene un mayor contenido de azúcar es el tratamiento T10 que tuvo una dosis de fertilización de 240 ppm (EDDHA-Fe) aplicado foliarmente y un contenido de azúcar de 15.63°B, y el tratamiento que se comporto mas bajo fue el T2 con una dosis de fertilización de 10gr (FeSO₄) aplicado al suelo y obtuvo un contenido de azúcar de 13.1°B.

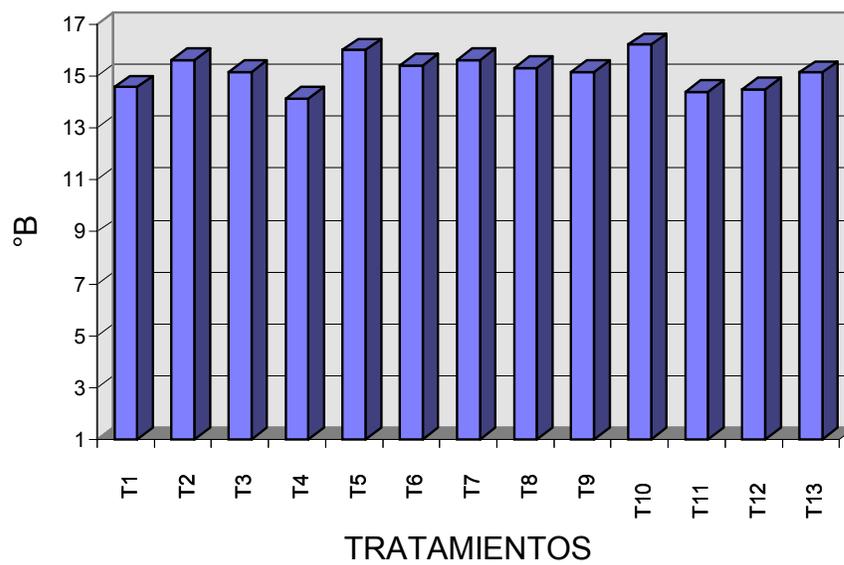


Figura 5.1. Contenido de azúcar en la categoría tercera.

Firmeza de la Fruta

Extra

En la figura (5.2) se encuentra la gráfica de los valores de la firmeza de la fruta de la categoría extra y en el cuadro (15) se encuentran los valores por tratamiento de esta categoría y en el cuadro (9a) del apéndice los valores de esta categoría por repeticiones.

En la figura (5.2) muestra que los tratamientos que sobresalen al testigo son T7, T8 y T13 con una dosis de fertilización de 12gr (EDDHA-Fe), 80 ppm (EDDHA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) con una resistencia de 16.13, 17.33 y 16.50Lb/plg² respectivamente.

Por otro lado los tratamientos que se manifestaron por debajo del testigo fueron T2, T3 y T9 con una dosis de fertilización 10gr (FeSO₄), 20gr (FeSO₄) y 160ppm (EDDHA-Fe) con una firmeza de 5.17, 10.20 y 10.20 Lb/plg² respectivamente.

Cuadro 15. Valores de firmeza de la fruta de la categoría extra.

TRAT.	LB/PLG ²	TRAT.	LB/PLG ²	TRAT.	LB/PLG ²
T1	15.65	T6	14.03	T11	13.83
T2	5.17	T7	16.13	T12	15.97
T3	10.20	T8	17.33	T13	16.50
T4	14.20	T9	10.13		
T5	15.50	T10	14.70		

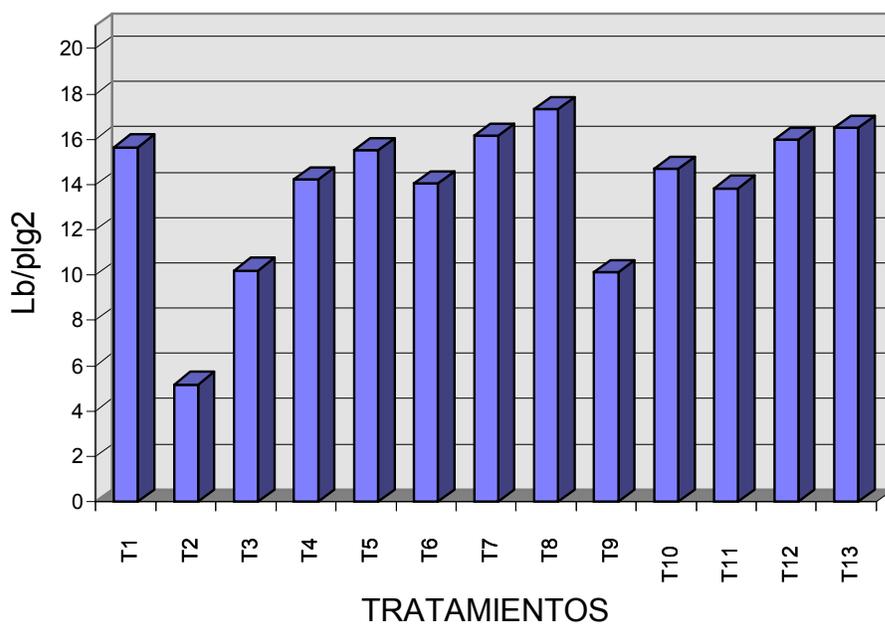


Figura 5.2. Muestra gráficamente la firmeza de la fruta en la categoría extra.

Segunda

En la figura (5.3) se encuentran graficados los valores de la firmeza de la fruta de esta categoría y en el cuadro (17) se encuentran los valores de la firmeza de la fruta de la categoría segunda y en el cuadro (11^a) del apéndice se encuentran los valores por repetición.

En la figura (5.3) podemos observar que los tratamientos de mayor firmeza fueron: T8, T11 y T13 con una dosis de fertilización de 80 ppm (EDDHA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) con una firmeza de 19.37, 18.17 y 18.17 Lb/plg² respectivamente.

Por lo contrario, los tratamientos de menor firmeza fueron T2, T4 y T6 con una dosis de fertilización de 10 gr. (FeSO₄), 40 gr. (FeSO₄) Y 8 gr. (EDDHA-Fe) y una firmeza de 15.80, 15.13 y 15.00 Lb/plg².

Cuadro 17. Valores de firmeza de la fruta de la categoría segunda.

TRAT.	LB/PLG ²	TRAT.	LB/PLG ²	TRAT.	LB/PLG ²
T1	15.82	T6	15.00	T11	18.17
T2	15.80	T7	17.57	T12	16.33
T3	16.43	T8	19.73	T13	18.17
T4	15.13	T9	17.33		
T5	18.10	T10	17.17		

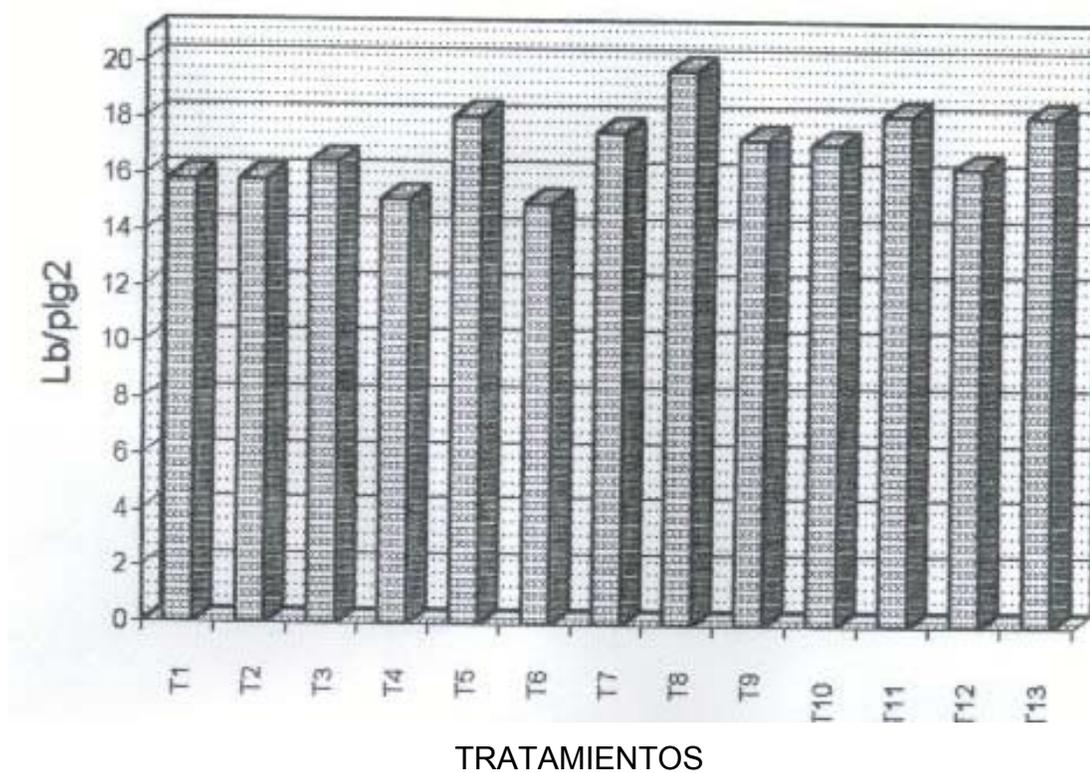


Figura 5.3. Gráfica de valores de la firmeza de la fruta en la categoría segunda.

Tercera

La figura (5.4) muestra la gráfica de la firmeza de la fruta de la categoría tercera y en el cuadro (18) se muestra los valores de esta categoría por tratamiento y en el cuadro (12_a) del apéndice los valores por repetición.

En la figura (5.4) se observa que los tratamientos que sobresalen en esta categoría son T7, T11 y T13 con una dosis de fertilización de 12 gr. (EDDHA-Fe), 160 ppm (EDTA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) y una firmeza de 20.40, 20.00 y 19.80 LB/plg².

En el otro extremo de firmeza, encontramos que los me menos valor son T2, T4 y T6 con una dosis de fertilización 10 gr. (FeSO₄) 40 gr. (FeSO₄) y 8 gr. (EDDHA-Fe) y una firmeza de 17.70, 17.17 y 17.57 Lb/plg².

Cuadro 18. Valores de firmeza de la fruta de la categoría tercera.

TRAT.	LB/LG ²	TRAT.	LB/PLG ²	TRAT.	LB/PLG ²
T1	18.83	T6	17.57	T11	20.00
T2	17.70	T7	20.40	T12	17.97
T3	17.73	T8	18.07	T13	19.80
T4	17.17	T9	19		
T5	18.83	T10	18.60		

En la medida de la firmeza de la fruta el mejor tratamiento fue el T8 con una dosis de fertilización de 80 ppm (EDDHA-Fe) aplicado foliarmente y una firmeza de 17.95 Lb/plg., por el contrario el tratamiento que tuvo menor firmeza fue el T2 con una dosis de fertilización de 10 gr. (FeSO₄) aplicado al suelo y una firmeza de 13.55 Lb/plg².

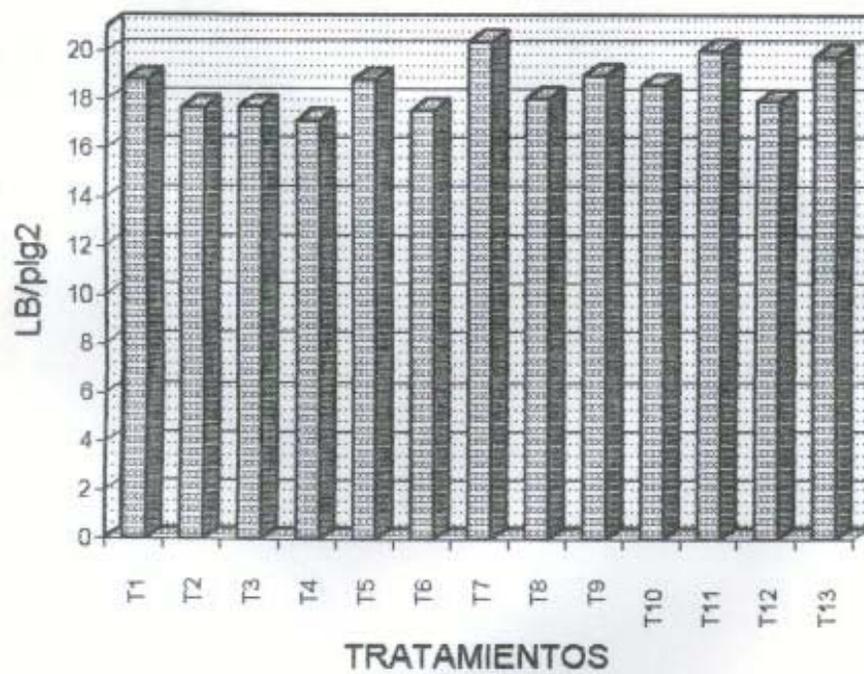


Figura 5.4. Grafica de la firmeza de la fruta de la categoría tercera.

Rendimiento

Extra

En la figura (5.5). Se muestra graficado el rendimiento de la categoría extra y en el cuadro (19) se muestran los tratamientos y su rendimiento, y en el cuadro (13^a) del apéndice se muestra el rendimiento por repeticiones de esta categoría.

En la figura (5.5) se puede observar que en esta categoría los mejores tratamientos fueron T13, T10 y T5 con una dosis de fertilización de 240 ppm (EDTA-Fe), 240 ppm (EDDHA-Fe) y 4 gr. (EDDHA-Fe) con un rendimiento de 6.072, 5.728 y 4,942. Ton/Ha respectivamente.

Por otro lado los tratamientos T3, T4 y T8 con una dosis de fertilización de 20 gr. (FeSO₄), 40 gr. (FeSO₄) y 80 ppm (EDDHA-Fe) con una producción de 0.453, 1.158 y 0.846 Ton/Ha respectivamente; tomando en cuenta que el testigo (T1) tuvo una producción de 2.894 Ton Ha⁻¹.

Cuadro 19. Variación de rendimiento de la categoría extra.

TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹
T1	2.894	T6	3.221	T11	1.954
T2	1.812	T7	3.038	T12	4.217
T3	0.453	T8	0.846	T13	6.072
T4	1.158	T9	3.900		
T5	4.942	T10	5.728		

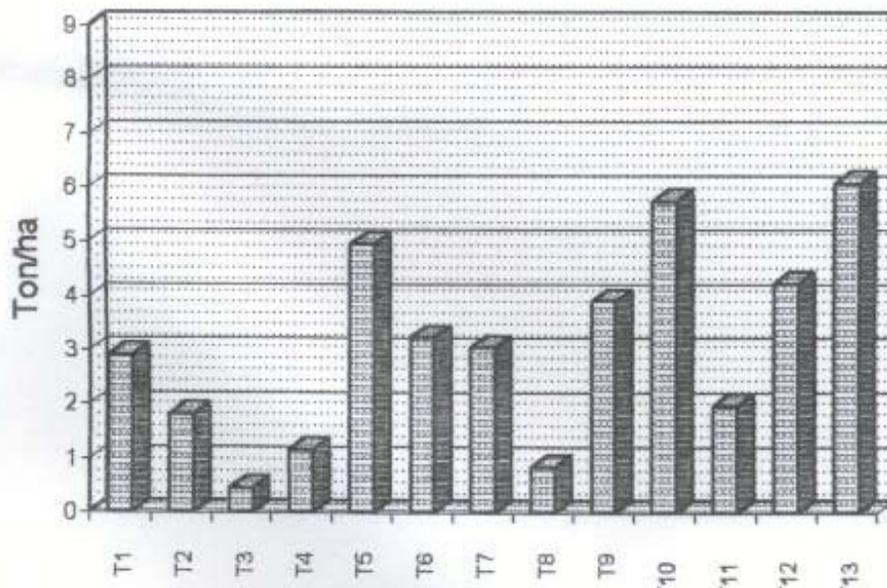


Figura 5.5. Gráfica de rendimiento de la categoría extra.

TRATAMIENTOS

Primera

En la figura (5.6) se puede observar gráficamente los valores de la categoría primera y que se muestran en el cuadro (20) y en el cuadro (14_a) del apéndice se muestran los valores de esta categoría por repeticiones.

En la figura (5.6) se pueden observar que los tres tratamientos que sobresalen de todos los demás son T10, T12 y T13, con una fertilización de 240 ppm (EDDHA-Fe), 160 ppm (EDTA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) respectivamente, con una producción de 8.586, 7.633 y 6.363 Ton/Ha respectivamente.

Por lo contrario los tratamientos T3, T4 y T8 con una fertilización de 20 gr. (FeSO₄), 40 gr. (FeSO₄) y 80 gr. Ppm (EDDHA-Fe) respectivamente, obtuvieron un rendimiento muy bajo (1.084, 1.271 y 1.363 Ton/Ha respectivamente) con referencia al testigo (3.882 Ton/Ha).

Al observar los resultados de esta categoría y los resultados de la categoría extra se puede observar que el tratamiento T10 con una dosis de fertilización de 240 ppm (EDDHAFe) aplicado foliámente se obtuvo una mejor calidad de fruto, como también una mayor producción.

Cuadro 20. Valores de rendimiento de la categoría primera.

TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹
T1	3.882	T6	3.746	T11	3.250
T2	3.501	T7	2.433	T12	7.633
T3	1.084	T8	1.363	T13	6.365
T4	1.271	T9	3.858		
T5	2.171	T10	8.586		

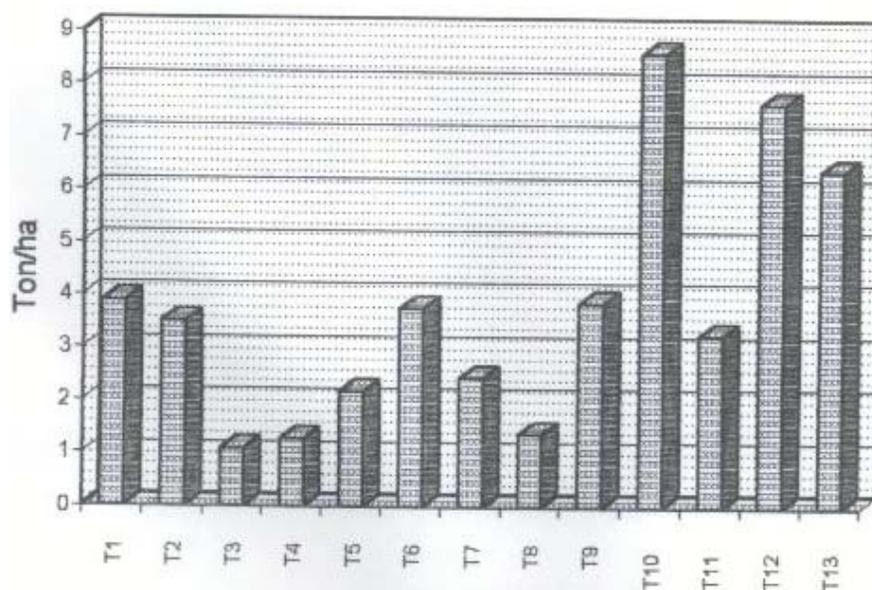


Figura 5.6. Gráfica de rendimiento de la categoría primera

TRATAMIENTOS

Segunda

En la figura (5.7) se muestra graficado el rendimiento de la categoría segunda y en el cuadro (21) se muestra su rendimiento por tratamiento y en el cuadro (15_a) del apéndice se muestran los valores de rendimiento por repeticiones.

En la figura (5.7) se puede observar que en esta categoría los mejores tratamientos fueron T10, T12 y T13 con una dosis de fertilización de 240 ppm (EDDHA-Fe), 160 ppm (EDTA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) y una producción de 6.33, 5.387 y 4.160 Ton Ha⁻¹ respectivamente.

Por otro lado los tratamientos de más baja producción de esta categoría y en comparación con el testigo T4, T5 y T8 con una dosis de fertilización de 40 gr. (FeSO₄), 4 gr. (EDDHA-Fe) y 80 ppm (EDDHA-Fe), con una producción de 1.334, 0.975 y 0.713 respectivamente, tomando en cuenta que el testigo tuvo una producción de 3.214 Ton ha⁻¹.

Cuadro 21. Se representan los valores de rendimiento de la categoría segunda.

TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹
T1	3.214	T6	1.388	T11	2.592
T2	2.678	T7	1.617	T12	5.387
T3	1.579	T8	0.713	T13	4.160
T4	1.334	T9	1.605		
T5	0.975	T10	6.233		

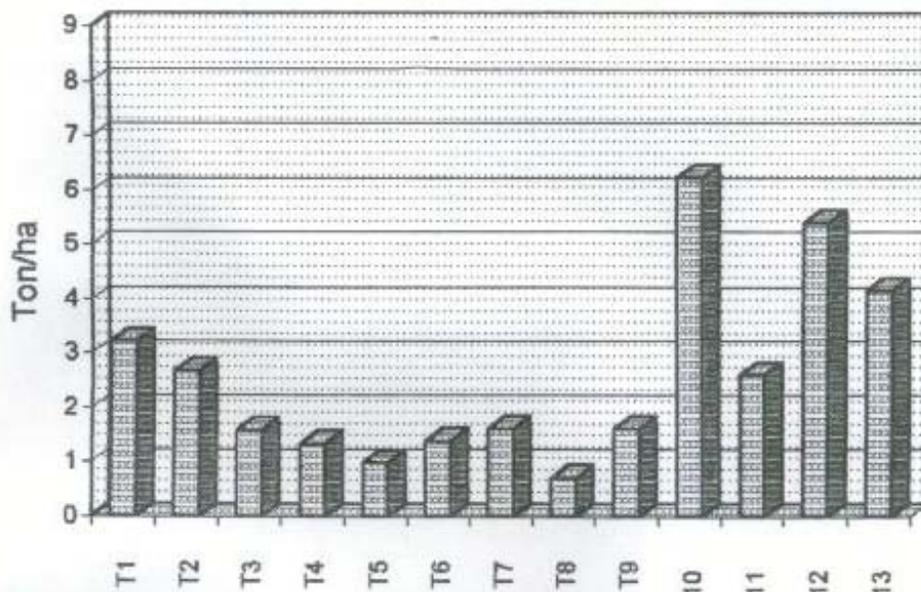


Figura 5.7. Grafica del rendimiento de la categoría segunda

TRATAMIENTOS

Tercera

La figura (5.8) se muestra la grafica de esta categoría y en el cuadro (22) se muestran los valores por tratamiento y en el cuadro (16A) del apéndice se muestra el rendimiento por repeticiones.

En la figura (5.8) se muestra gráficamente que los tratamientos de mayor producción de esta categoría son T10, T12 y T13 con una dosis de fertilización de 240 ppm (EDDHA-Fe), 160 ppm (EDTA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) con una producción de 2.128, 2.183 y 2.011 TonHa⁻¹ respectivamente.

Los tratamientos de más baja producción de esta categoría son T6, T7 y T8 los cuales tuvieron una dosis de fertilización de 8 gr. (EDDHA-Fe), 12 gr. (EDDHA-Fe) y 80 ppm (EDDHA-Fe) con una producción de 0.427, 0.261 Y 0.129 respectivamente.

Cuadro 22. Valores de rendimiento de la categoría tercera.

TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹
T1	1.578	T6	0.427	T11	1.505
T2	1.422	T7	0.261	T12	2.183
T3	1.029	T8	0.129	T13	2.011
T4	1.144	T9	0.575		
T5	0.844	T10	2.128		

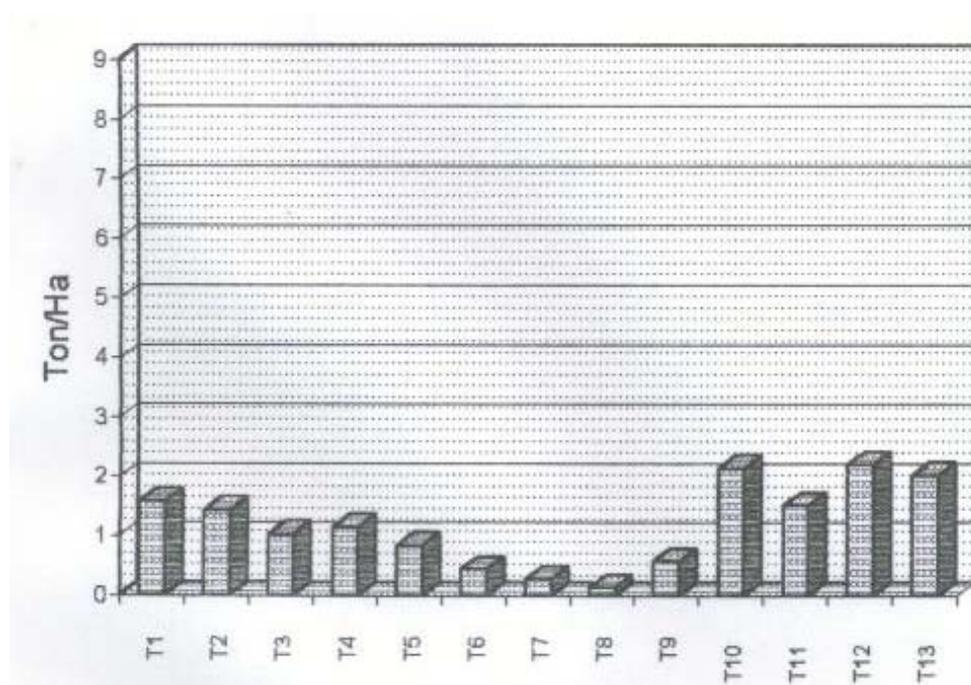


Figura 5.8. Gráfica de rendimiento de la categoría tercera

TRATAMIENTOS

Rendimiento total

La figura (5.9) muestra gráficamente los valores de la producción, donde también en el cuadro (23) se muestran los valores de cada uno de los tratamientos.

En la figura (5.9) se muestra que los tratamientos T10, T12 y T13 fueron los que se observaron con una mayor producción, con una dosis de fertilización de 240 ppm (EDDHA-Fe), y 160 ppm (EDTA-Fe) y 240 ppm (EDTA-Fe) con una producción total de 22.676, 19.420 y 18.608 Ton Ha⁻¹ respectivamente.

Por otro lado los tratamientos restantes estuvieron por debajo del testigo T1 (11.568 Ton/Ha) siendo los de menor producción los tratamientos T8, T3 y T4 con una dosis de fertilización de 80 ppm (EDDHA-Fe), 20 gr. (FeSO₄) y 40 gr. (FeSO₄) respectivamente, con un rendimiento total de 3.051, 4.145 y 4.907 respectivamente.

Cuadro 23. Valores de rendimiento total.

TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹	TRAT.	TON HA ⁻¹
T1	11.568	T6	8.782	T11	9.301
T2	9.414	T7	7.349	T12	19.420
T3	4.145	T8	3.051	T13	18.908
T4	4.907	T9	9.938		
T5	8.932	T10	22.676		

Sin embargo es importante mencionar que el tratamiento que ofrece buenos resultados en un huerto rústico es el tratamiento T10 con una dosis de fertilización de 240 ppm (EDDHA-Fe) que se aplicó foliarmente, el cual obtuvo un rendimiento total de 22.676 Ton ha⁻¹.

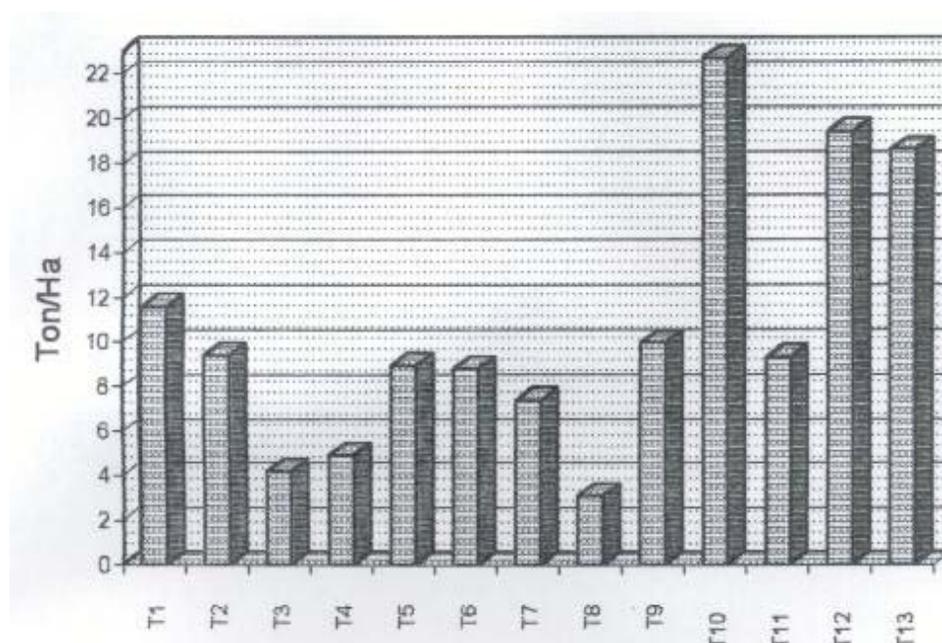


Figura 5.9. Gráfica de rendimiento total.

CONCLUSIONES

En base a los resultados experimentales las conclusiones son las siguientes:

El tratamiento cuatro representa la mejor inversión ya que nos arroja un beneficio de 1 a 8.35; es decir por cada peso que se invierte se obtienen 8.35 pesos de beneficio, ya que dicho tratamiento eleva la producción a 35.078 Ton ha⁻¹ en relación al testigo que obtiene 8.674 t ha⁻¹.

En cuanto a la naturaleza de la fertilidad se apreciaron buenos resultados en el huerto, en donde el tratamiento 10 (quelatex), con una dosis de fertilización inicial de 240 ppm, que se aplico de forma foliar y obtuvo un rendimiento total de 22.676 t ha⁻¹.

En la corrección de la deficiencia de hierro (Fe) únicamente los tratamientos 8, 9 y 10 tenían una dosis de fertilización de 80 ppm, 160 ppm y 240 ppm, al final del estudio los contenidos de Fe fueron mas altos con 197 ppm, 200 ppm y 205 ppm en cada uno de los tratamientos.

El menor contenido de Fe en el análisis fueron los tratamientos 11, 12 y 13, con un inicio de 80 ppm, 160 ppm y 240 ppm, al concluir el los análisis dieron 87 ppm, 87.33 ppm y 92.67 ppm respectivamente.

Por lo tanto el tratamiento 10 fue el de mayor contenido de Fe con un valor de 205 ppm y el que presento mayor deficiencia de Fe es el tratamiento 11, con 87 ppm.

En el contenido de clorofila el tratamiento con mayores resultados fue el tratamiento 10 con 4.20 (mgr/100 gr de fruto) y el mas bajo fue el tratamiento 3 con 2.90, tomando en cuenta el testigo con 3.4.

Los coeficientes de variación (%) son aceptables debido a que se obtuvieron 4.25, 8.12 y 11.50 para las variables, grados brix, firmeza de fruto y clorofila en tanto que la variable rendimiento fue de 21.193% por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 por lo tanto al menos un tratamiento es distinto probabilidad menor que .05. ($p < .05$).

El rendimiento (kg ha^{-1}) de todo el experimento fue de 7.020 en donde el t10 obtuvo el mayor rendimiento con 8.587 y el menor rendimiento fue el t3 con 1.084. Obteniendo un valor de la mediana de 3.501 kg ha^{-1} correspondiente al t2.

No se encontró moda para las variables firmeza de fruto y rendimiento para esta media de tendencia central.

LITERATURA CITADA

- Álvarez Requejo S. 1988. El Manzano. Editorial AEDOS, S. A 5ta edición.
- Avilés, O. A. 1975. Proyecto de rehabilitación de plantaciones de cocotero en el estado de Tabasco. Tesis de Maestría en Economía Agrícola. Colegio de postgraduados, Chapingo, México.
- Bar, Y. And V Kafkaff, 1992. Nitrate – Induced iron deficiency chlorosis in abocado (*pérsica mericana mil*) rootstocks and its prevetion by choride. Jurnal of plant nutrition. 15(10), 1739 – 1746.
- Bidwell. 1993. Filosofía Vegetal.
- Bohn Hinrich L. Et al., 1993 Química de suelo Ed. Limusa, primera edición.
- BOLETÍN AGROPEK (1997) revista mensual de promotora AGROPEK Editora IMPRESSE, S. A de C. V Ed. Abril 1997
- Brown, J, C. 1982. Summary of Symposium. Journal Of Plant Nutrition 5 (4 – 7), 987 – 1001. U.S.A.
- Calderón, A. E 1989. Fruticultura General, Editorial Limusa
- Calderón A. E 1983. La Poda de los Árboles. Editorial Limusa, 3era Edición
- Carballo G. S 1975. Aplicación de la tasa de rentabilidad financiera en proyectos agropecuarios.
- Cepeda Dovala J. M. 1991, Química de suelo
- CETENAL 1977 Cartas Edafología y uso potencial
- Cooke, G. W. 1983. Fertilización para rendimiento máximos. Editorial Continental.
- Domon Boyton y G. H. Oberly. 19886. 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 de bosques. Editorial Océano. México.
- Gusman, G. V 1970. Respuesta a al aplicación al suelo del Quelato de Hierro, Sequestrene 138 y Sulfato de Hierro, de la variedad Thompson sin semilla. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N Buenavista Saltillo, Coahuila, Mex.
- Harry O. Buckman y INLE C. Brady 1977, Naturaleza y propiedades de los suelos.
- Jones, J. B. et. Al. 1979. Plant Análisis Hand Book. Micro – Macro Publishing. U.S.A
- Juscáfresa, B. 1978. Árboles Frutales. 6ta. Edición. Editorial AEDOS. Barcelona, España.
- Kay Ryugo. 1993. Fruticultura, Ciencia y Arte. Editorial AGT Editor, S. A 1era Edición.
- Londsberg, J.J and Jones, H.G. 1981. Watter deficits and plants growth apple orchards. Ed. T.T Koslowaski, New York 6: 419 – 469.
- Loué André. 1988. Los micro elementos en la agricultura. Ed. Mundi – prensa. Madrid.
- Mendez Gomez, A. 1988, Comportamiento fenológico del manzano. Tesis de Licenciatura, U.A.A.A.N. ,Saltillo, Coahuila, México.
- Millar C. E. 1964. Fertilidad del suelo. SALVAT EDITORES, S. A 1era. Edición.
- Morales Ramírez, M. 1988, Efecto de la fuente, dosis y época de aplicación de nitrógeno foliar, en la brotación de manzano (*Malus spp*) de temporal cv. Golden Delicious. Tesis de Licenciatura, U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Mortvedt, 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 Humico y Sulfato de fierro en tomate (*Licopersicum esculentum*). Tesis de Licenciatura, U.A.A.A.N. ,Saltillo, Coahuila, México.
- Ortiz Villanueva B. 1977. Fertilidad de suelo. Chapingo, México.

- Pereyra, C. G. 1982. Evaluación económica y financiera de un planta pasteurizadora de Texcoco. Tesis de Maestría en Economía Agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Protti, A. F. 1982. Evaluación Económica Financiera del Proyecto De plantaciones Forestales, en la “Frailesca”, Chiapas. Tesis De Maestría en Economía Agrícola, Colegio de postgraduados Chapingo, México.
- Raese, J. T. And C. L. Parish. 1984. Analysis mineral and performance of chlorotic pear trees splayed or injerted iwyh iron. Jour Plan Nutrition 7(1 – 5): 243 – 249.
- Ramírez Rodríguez, H. Y Cepeda Siller, M. 1993, El Manzano.
- Ravel, D. G 1976. Nuevo Tratado practico de Fruticultura, de Ed. Blume.
- Rojas, G.M y Ramírez, R.H. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Editorial Limusa 1era. Edición. México, D.F.
- Sifuentes I. E. 1995. Acidos Humicos y elementos menores en la nutricion 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.
- Tisdale, Samuel, L. y Nelson, Werner l., 1991, Fertilidad de los suelos y Fertilizantes.
- Trocme Serge Y Gras Raymundo 1979, Suelo y Fertilizacion en Fruticultura. U.A.A.A.N., Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Valdez Arizpe, R. 1992, Respuesta del Manzano (*Malus Silvestres Mill*) en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura.
- 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: contenido de clorofila por repetición.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	2.793	3.237	3.380
T2	2.925	3.925	2.574
T3	2.365	3.365	2.955
T4	3.125	2.655	3.520
T5	3.595	3.105	3.580
T6	4.100	3.985	2.425
T7	3.585	4.545	3.150
T8	3.350	4.140	3.865
T9	3.639	3.370	4.985
T10	4.225	4.256	4.120
T11	2.359	3.120	3.812
T12	2.972	3.385	3.854
T13	4.225	3.547	3.583

Cuadro 2: contenido de nitrógeno en el suelo (kg/ha⁻¹).

Tratamiento	Crecimiento	Cosecha
T1	137.0	167.2
T2	117.5	153.1
T3	106.9	139.9
T4	100.3	146.5
T5	100.3	144.5
T6	100.3	177.5
T7	116.2	157.7
T8	139.9	162.4
T9	113.5	151.1
T10	133.3	169.0
T11	141.9	153.1
T12	151.1	169.0
T13	131.3	169.0

Cuadro 3: contenido de Fosforo en el suelo (ppm).

Tratamiento	crecimiento	cosecha
T1	48.351	216.000
T2	41.343	78.295
T3	45.676	126.970
T4	40.324	88.999
T5	48.224	136.654
T6	47.205	131.557
T7	46.695	167.235
T8	46.685	100.467
T9	41.598	129.519
T10	44.147	88.744
T11	54.595	282.933
T12	79.315	145.319
T13	42.617	219.223

Cuadro 4: contenido de potasio en el suelo (ppm).

Tratamiento	Crecimiento	Cosecha
T1	617.35	2101.38
T2	328.04	2813.22
T3	404.58	3532.92
T4	530.66	4470.62
T5	231.22	1221.74
T6	538.54	1870.26
T7	437.60	2647.74
T8	830.10	2561.06
T9	176.06	2001.58
T10	682.88	1032.36
T11	231.22	1510.40
T12	170.82	601.59
T13	203.08	338.92

Cuadro 5: contenido de azúcar (°B) por repetición de la categoría extra.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	13.7	14.4	13.7
T2	13.1	13.0	0.0
T3	0.0	14.8	13.3
T4	13.1	14.8	13.7
T5	13.1	16.1	16.3
T6	14.6	15.0	14.4
T7	15.5	16.0	15.5
T8	14.3	14.9	16.8
T9	14.4	14.9	15.4
T10	14.1	14.2	7.4
T11	14.0	15.0	14.2
T12	14.2	14.0	14.8
T13	15.0	14.2	14.8

Cuadro 6: contenido de azúcar (°B) por repetición de la categoría primera.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	14.0	14.9	13.9
T2	13.1	12.9	15.9
T3	14.3	14.5	14.7
T4	13.9	13.7	13.1
T5	13.5	17.0	16.1
T6	14.1	16.0	16.1
T7	14.6	14.6	15.9
T8	14.3	13.9	13.8
T9	13.6	13.8	14.5
T10	13.9	14.8	15.8
T11	14.6	15.0	14.8
T12	14.8	15.5	14.8
T13	14.5	16.0	15.0

Cuadro 7: contenido de azúcar (°B) por repetición categoría segunda.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	14.8	14.4	14.0
T2	13.1	13.7	15.6
T3	13.9	13.9	13.7
T4	14.6	14.8	13.3
T5	14.6	18.4	13.0
T6	14.0	16.1	15.0
T7	15.2	15.0	16.2
T8	13.7	14.3	15.0
T9	13.7	14.8	13.2
T10	15.2	14.0	16.2
T11	14.6	15.2	15.6
T12	13.9	15.0	14.0
T13	15.6	14.8	15.0

Cuadro 8: contenido de azúcar (°B) Por repetición categoría tercera.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	14.9	14.9	13.9
T2	13.3	15.1	18.5
T3	14.7	15.7	15.1
T4	13.1	15.4	13.9
T5	13.9	17.4	17.0
T6	14.5	16.3	15.4
T7	15.8	15.2	15.8
T8	14.7	14.8	16.4
T9	13.7	16.0	15.8
T10	15.0	15.0	17.0
T11	15.0	13.4	14.8
T12	14.5	15.2	13.8
T13	14.2	16.0	15.2

Cuadro 9: Resistencia a la penetración (Lb/plg²) por repetición de la categoría extra.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	14.33	16.68	15.93
T2	15.50	0.0	0.0
T3	0.0	15.4	15.2
T4	14.8	13.0	14.8
T5	16.6	14.4	15.5
T6	13.9	13.2	15.0
T7	16.5	14.4	17.5
T8	16.5	13.0	22.5
T9	0.0	13.0	17.4
T10	14.8	14.2	15.1
T11	13.5	13.8	14.2
T12	16.2	13.8	16.5
T13	18.5	15.2	13.8

Cuadro 10: Resistencia a la penetración (Lb/plg²) por repetición de la categoría primera.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	15.95	17.70	16.68
T2	16.80	13.90	15.90
T3	15.70	16.9	13.20
T4	16.20	14.80	14.80
T5	18.20	16.20	18.00
T6	15.00	16.80	16.00
T7	16.5	15.00	19.00
T8	16.5	17.00	14.50
T9	0.0	17.40	18.00
T10	14.8	15.50	17.50
T11	13.5	15.50	17.50
T12	16.2	14.80	17.50
T13	18.5	16.00	15.00

Cuadro 11: Resistencia a la penetración (Lb/plg²) por repetición de la categoría segunda.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	15.85	13.38	18.23
T2	16.30	15.20	15.90
T3	15.90	17.40	16.00
T4	14.20	17.00	14.20
T5	20.00	18.00	16.30
T6	15.50	13.00	16.50
T7	16.50	16.70	19.50
T8	20.50	17.70	21.00
T9	17.50	19.50	15.00
T10	20.00	14.80	16.70
T11	17.50	18.50	18.50
T12	14.80	15.70	18.50
T13	18.00	21.50	15.00

Cuadro 12: Resistencia a la penetración (Lb/plg²) por repetición de la categoría tercera.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	17.38	20.08	19.03
T2	17.50	17.10	18.50
T3	17.40	19.30	16.50
T4	17.00	17.70	16.80
T5	20.20	19.00	17.30
T6	17.00	16.20	19.50
T7	21.00	20.00	20.20
T8	20.50	17.20	16.50
T9	19.50	18.00	19.50
T10	19.50	19.80	16.50
T11	20.50	19.50	20.50
T12	17.50	16.90	19.50
T13	19.50	20.50	19.40

Cuadro 13: rendimiento (To ha⁻¹), por repetición de la categoría extra

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	2.997	2.922	2.763
T2	3.353	0.200	1.863
T3	0.000	1.008	0.350
T4	0.000	0.700	2.775
T5	2.577	6.000	6.250
T6	2.950	2.613	4.100
T7	1.600	4.000	3.513
T8	0.475	1.363	0.700
T9	4.755	2.720	4.225
T10	5.875	5.275	6.035
T11	0.800	4.150	0.913
T12	4.688	5.738	2.224
T13	4.200	5.300	8.715

Cuadro 14: rendimiento (To ha⁻¹), por repetición de la categoría primera

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	2.816	4.181	4.650
T2	4.470	1.013	5.021
T3	0.963	0.538	1.750
T4	0.913	1.175	1.725
T5	2.150	2.113	2.250
T6	3.475	3.550	4.213
T7	1.900	2.500	2.900
T8	1.688	1.525	0.875
T9	2.765	4.655	4.155
T10	10.365	7.513	7.871
T11	3.925	3.563	2.263
T12	8.525	8.900	5.474
T13	5.383	6.425	7.288

Cuadro 15: rendimiento (To ha⁻¹), por repetición de la categoría segunda.

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	2.684	2.638	4.319
T2	5.961	0.400	1.674
T3	1.638	1.425	1.675
T4	1.550	1.563	0.888
T5	2.100	0.475	0.350
T6	2.050	1.950	0.163
T7	2.413	1.100	1.338
T8	1.450	0.163	0.525
T9	0.625	2.455	1.735
T10	7.838	4.850	6.010
T11	3.550	0.875	3.350
T12	6.875	2.238	7.049
T13	3.450	3.860	5.170

Cuadro 16: rendimiento (To ha⁻¹), por repetición de la categoría tercera

Tratamiento	R1	R2	R3
T1	2.219	0.666	1.850
T2	2.980	0.450	0.837
T3	1.600	1.175	0.313
T4	1.725	1.468	0.238
T5	2.105	0.188	0.238
T6	0.650	0.325	0.307
T7	0.613	0.083	0.088
T8	0.263	0.000	0.125
T9	0.565	0.225	0.935
T10	1.625	2.000	2.760
T11	1.588	0.150	2.776
T12	1.575	0.300	4.674
T13	3.820	1.255	0.957

Cuadro 17: porcentaje de materia orgánica contenida en el suelo

Tratamiento	Inicio	Cosecha
T1	3.56	4.78
T2	3.56	4.64
T3	3.24	4.24
T4	3.04	4.44
T5	3.04	4.37
T6	3.04	5.38
T7	3.51	4.78
T8	4.24	4.91
T9	3.43	4.57
T10	4.03	5.11
T11	4.03	4.64
T12	4.57	5.11
T13	3.97	5.11

Cuadro 20: análisis de varianza de la producción total.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	1322.72460	110.227005	21.6189	0.000
		9			
Bloques	2	37.301270	18.650635	3.6580	0.040
Error	24	122.367188	5.098633		
Total	38	1482.39306			
		6			

C.V. = 21.193%

Cuadro 21: Estudio descriptivo

Tratamientos	Clorofila	Grados Brix	Firmeza de fruta	rendimiento	rendimiento
T1	3,14	14,30	15,65	3,882	11,568
T2	3,14	14,00	15,17	3,501	9,414
T3	2,90	14,50	10,20	1,084	4,145
T4	3,10	13,60	14,20	1,271	4,907
T5	3,43	15,50	15,50	2,171	8,932
T6	3,50	15,40	14,03	3,746	8,782
T7	3,76	15,00	16,13	2,433	7,349
T8	3,79	14,00	17,33	1,363	3,051
T9	4,00	14,00	10,13	3,858	9,938
T10	4,20	15,20	14,70	8,587	22,676
T11	3,10	14,80	13,83	3,25	9,301
T12	3,40	15,00	15,97	7,633	19,42
T13	3,79	15,20	16,50	6,365	18,908
Suma	45,25	190,50	189,34	49,144	138,391
Promedio	3,48076923	14,6538462	27,04857143	7,02057143	10,6454615
Moda	3.1,3.14,3.79	14	No hay	No hay	no hay
Mediana	3.43	14.8	15.17	3.501	9,301
Varianza	0,16042436	0,38935897	4,82754359	5,7350119	37,0673718
Desv. Est.	0,4005301	0,62398636	2,197167174	2,39478849	6,08829794
CV (%)	0,11506943	0,0424734	0,081230433	0,34111012	57,1914889
		-		-	-
k	-0,99423746	1,35554629	1,011230952	0,00560871	0,12622343
		-			
COEF. ASI	0,31705081	0,25286018	-1,240684992	0,92645538	0,88502285