

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SUELOS

Efecto de la aplicación combinada de Fe/Mn al cultivo del manzano en suelos calcáreos.

POR:

AVAD CASTRO RAMÍREZ

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

Aprobada
Presidente del jurado

MC. Luis Miguel Lasso Mendoza

Sinodal

Sinodal

MC. Rómmel de la Garza Garza

Dr. Edmundo Peña Cervantes

Suplente

MC. Juan Manuel Cepeda Dovala

Ing. Juan Francisco Martínez Ávalos
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila
Junio de 1998.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis.....	5
Objetivos	5
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Aspectos Generales	6
2.1.1. Origen del cultivo	6
2.1.2. Morfología del cultivo	7
2.1.3. Clasificación Taxonómica	9
2.1.4. Poda	10
2.2. Requerimientos Ambientales.....	11
2.2.1. Climáticos	11
2.3. Hidricos	13
2.4. Edáficos.....	14
4.4.1. Suelos Calcáreos.....	15
2.5. Funciones Fisiologicas de los Elementos.....	17
2.6. Nutrición Foliar de las Plantas.....	18
2.7. Factores que Afectan la Absorción Foliar.....	20
2.7.1. La Temperatura	20
2.7.2. La Humedad Relativa	21
2.7.3. Edad de la Hoja	21
2.7.4. Luz.....	21
2.8. Ventajas y Limitaciones de la Fertilización Foliar y la Fertilización al Suelo.	24
2.9. Disponibilidad de los Nutrimientos para las Plantas en el Suelo.....	27
2.10. Hierro.....	28
2.10.1. Función	28
2.10.2. Deficiencia en el Suelo	30
2.10.3. Deficiencia en la Planta	32
2.11. Manganeso.....	34
2.11.1. Función	34
2.11.2. Deficiencia en el Suelo	36
2.11.3. Deficiencia en la Planta	37
2.11.4. Función de la Interacción Fe/Mn.....	38
2.12. Calidad Global del Producto	41
2.12.1. Características Mínimas de Calidad para todas las Categorías	41

2.12.2. Empaque	41
2.12.3. Atractivo Visual	42
2.12.4. Tamaño y Calidad	42
2.12.5. Calidad Comestible	42
2.12.6. Manejo de la Fruta	43
2.13. Condiciones que Afectan la Calidad	43
2.13.1. La Nutrición	43
2.13.2. Temperatura	43
2.13.3. Estado de Madurez	43
2.14. Efectos de la Composición Química de la Manzana.	45
III.- MATERIALES Y METODOS	47
3.1. Localización del Sitio Experimental y Geográfica	47
3.2. Caracterización del Sitio Experimental.	49
3.2.1. Clima	49
3.2.2. Suelo	49
3.2.3. Agua	50
3.2.4. Vegetación	50
3.3. Antecedentes del Sitio Experimental	50
3.4. Manejo del Huerto	51
3.5. Descripción de Materiales	51
3.5.1. Material Vegetativo	51
3.5.2. Fertilizantes	52
3.6. Descripción de los Tratamientos	52
3.7. Diseño Experimental y Distribución de los Tratamientos	54
3.8. Modelo Estadístico	54
3.9. Evaluación de los Tratamientos	55
3.9.1. Mediciones al Suelo	55
3.10. Determinaciones a la Planta	56
3.10.1. Determinación de la Clorofila Total	56
3.10.2. Determinación de Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn)	56
3.11. Características que se Evaluaron al Cultivo	57
3.11.1. Rendimiento de Frutos	57
3.11.2. Calidad de Frutos	58
3.11.3. Grados Brix (°B)	58
3.11.4. Resistencia a la Cutícula	58
3.11.5. Crecimiento Longitudinales y de Grosor de las Ramas	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	60
4.1. Hierro (Fe) en la Planta y Suelo	60
4.2. Manganeseo (Mn) en la Planta y Suelo	64
4.3. Interacción de Fe/Mn en Suelo y Planta	68
4.4. Calcio (Ca) en el Suelo	69

4.5. Magnesio (Mg) en el Suelo.....	72
4.6. Clorofila Total	75
4.7. Firmeza del Fruto	78
4.8. Grados Brix (°B)	80
4.9. Producción Total	82
4.10. Calidad de Fruto.....	84
4.10.1. Extras.....	84
4.10.2. Primeras	85
4.10.3. Segundas.....	85
4.10.4. Terceras.....	86
V. CONCLUSIONES.....	88
VI. LITERATURA REVISADA	91
VII. APÉNDICE	95

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Almacenamiento normal y máximo de variedad de manzana susceptibles a desordenes.....	46
Cuadro 2. Distribución de la dosis de fertilización en los tratamientos.	53
Cuadro 3. Especificación de tratamientos.....	53

Cuadro 4. Tratamientos resultantes.....	53
Cuadro 5. Distribución de los tratamientos.	54
Cuadro 6. Metodologías utilizadas para cada parámetro y los análisis de suelos.....	56
Cuadro 7. Medidas de manzanas por Categorías.....	58
Cuadro 8. Valores de Fe/Mn en la planta en mg/Kg.	63
Cuadro 9. Valores de Fe/Mn en el suelo en mg/Kg.	66
Cuadro 10. Valores de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) en el suelo en mg/Kg.	74
Cuadro 11. Valores medios de Clorofila Total en la planta en mg/g, para el cultivo del manzano, en el cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	76
Cuadro 12. Valores medios en la firmeza en la cutícula de la manzana en Kg/cm ² en el cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.....	79
Cuadro 13. Valores medios en contenido de azúcares en la manzana, grados brix (°B), en el cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	81
Cuadro 14. Valores medios de producción total de la manzana en Ton/ha, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	83
Cuadro 15. Valores medios de Producción Total por categorías en Ton./ha, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	87
Cuadro 11 ^a . Valores de la clorofila total en las plantas en mg/g.....	96
Cuadro 12 ^a . Valores de la firmeza de la cutícula en la fruta en Kg/cm ²	97
Cuadro 13 ^a . Valores de contenidos de azúcares en la fruta en grados brix (°B).	98
Cuadro 14 ^a . Valores de producción total en Ton/Ha.....	99
Cuadro 15 ^a . Valores de producción por categorías en Ton /Ha.....	100
Cuadro 16. Valores de crecimiento de longitud en las ramas por tratamientos y sus repeticiones. En cm.....	103
Cuadro 17. Valores de crecimiento de diámetro en las ramas por tratamiento y sus repeticiones.....	104
Cuadro 18. Valores de Nitrógeno total en el suelo en Kg./Ha.....	105
Cuadro 19. Valores de Fósforo en el suelo en mg/Kg.	106
Cuadro 20. Valores de Potasio en el suelo en mg/Kg.....	106
Cuadro 21. Valores de concentración de Calcio y Magnesio en el suelo.	106
Cuadro 22. Análisis de varianza para el rendimiento (Ton./ha) de la manzana, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del Sitio Experimental.....	48
Figura 2. Representación gráfica de la concentración de hierro (Fe) en la planta de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.....	63
Figura 3. Representación gráfica de la concentración de hierro (Fe) en el suelo de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	64
Figura 4. Representación gráfica de la concentración de manganeso (Mn) en la planta de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	67
Figura 5. Representación gráfica de la concentración de manganeso (Mn) en el suelo de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	67
Figura 6. Representación gráfica de la concentración de calcio (Ca) en el suelo de manzano, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.....	71
Figura 7. Representación gráfica de la concentración de magnesio (Mg) en el suelo de manzano, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	74
Figura 8. Representación gráfica del Contenido de Clorofila Total en manzano, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	77
Figura 9. Representación gráfica de la firmeza en la cutícula de manzana, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.....	79
Figura 10. Representación gráfica del contenido de azúcares en la manzana, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	81
Figura 11. Representación gráfica de la producción total de manzanas por cada tratamiento, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	83
Figura 12. Calidad de manzana por categorías, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.	87
Figura 13. Precipitación durante el ciclo febrero-diciembre de 1997, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila.....	107

I. INTRODUCCION

El cultivo del manzano (*Malus silvestris Mill*), es un frutal caducifolio que pertenece al grupo de las rutáceas y es conocida en el mundo entero como la reina de las frutas, debido a su apariencia, sabor, cualidades alimenticias y terapéuticas, del que se derivan una gran gama de productos para la industria transformadora, de muy buena calidad. Es un frutal originario de la región templada de Europa, Cáucaso y Asia central, adaptable a diferentes climas y suelos, especialmente en regiones en que los inviernos son fríos, con primavera y verano húmedos - templados. La *Golden Delicious*, es la manzana más preferida en muchos países y la de mayor cultivo en los últimos años.

La producción de manzana está ampliamente distribuida en el ámbito mundial, se sitúa principalmente en Europa occidental y América, de un total Mundial de 21.4 millones de toneladas producidas en 1989-1990, Europa, participó con 10.4 millones de toneladas equivalentes al 46.8%, teniendo a Italia, Francia, Alemania, Hungría y España, como los principales países productores.

En América los principales países productores son: Estados Unidos, Argentina, Chile, México y Canadá, con una producción de 7.36 millones de toneladas, que representa el 34% de la producción Mundial; el resto de la

producción corresponde a Asia, Africa y Oceanía, con una participación del 18.9% destacando países como Turquía, Japón, Africa del sur y Nueva Zelanda.

La producción nacional contaba para 1989-1990, según reportes de la Comisión Nacional de Fruticultura (CNF), fue de 525,400 toneladas, y se importaron, 8.000 toneladas, lo cual le significó un volumen disponible de 533,400 toneladas. De la producción existente se destinó al consumo doméstico 274,400 y al industrial 259,000 toneladas.

Dentro de los principales Estados productores, Chihuahua ocupa el primer lugar, seguido por Coahuila, Nuevo León y Durango, aportando el 39.35%, 11.28%, 9.92% y 8.67% de la producción respectivamente. El resto de la superficie está distribuida en menores hectáreas en los Estados de Puebla, Zacatecas, Hidalgo y Querétaro, con una producción anual de 370,000 toneladas.

La zona Manzanera del Estado de Coahuila se ubica en la región Sureste, en el Municipio de Arteaga Coahuila como son : el Cañón de la Carbonera, los Lirios, el Tunal, San Antonio de Las Alazanas, región del Huachichil y el cañón "La Roja".

Existen aproximadamente 10,000 hectáreas, establecidas con este cultivo, la población estimada, de 2.5 millones de arboles en producción, encontrándose bajo riego se encuentran 6,460 hectáreas y 3,632 hectáreas de temporal del

total de la superficie cultivada, de las cuales 2,565 hectáreas pertenecen a la pequeña propiedad y el resto al sector ejidal.

Los rendimientos actuales son considerados bajos, 10.7 y 5.3 ton/ha en riego y temporal, respectivamente.

Debido a que los sistemas de producción del cultivo presentan una serie de problemas, destacando entre ellos, los suelos y los aspectos nutricionales. En lo que respecta a los suelos en México contamos con más del 60% de suelos calcáreos, localizándose la mayoría de la superficie en el norte de del país, los cuales han contribuido notablemente a la formación de suelos que tienen limitaciones en cuanto a la erosión, profundidad, texturas pesadas, pH elevados, altos contenidos de Carbonatos, escasa cantidad de materia orgánica, y presencia de sales solubles.

Los suelos de la región manzanera de Arteaga Coahuila, son calcáreos con pH alcalinos, lo cual causa baja eficiencia en asimilación de algunos nutrimentos tales como: Hierro (Fe), Manganeso(Mn), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y Zinc (Zn).

En los años de 1986 a 1992 se realizó un diagnóstico nutrimental con el propósito de determinar la concentración de nutrimentos que intervienen en el desarrollo óptimo del cultivo; encontrando que los nutrimentos que presentan

mayor porcentaje de deficiencias son: Fe (100%), Ca (94%), Mn (58%) y K (42%) (Cepeda. y Ramírez 1993).

También se encontraron deficiencias, pero en pequeñas proporciones de Nitrógeno 3% y Zinc 1.6%.

De las diez mil (10,000) hectáreas que se encuentran sembradas con manzano el 70% presenta deficiencias de Fe, lo que repercute en un bajo rendimiento y en calidad de los frutos. Lo que hace necesario implementar estudios que analicen los factores que inciden en la calidad de la manzana, como los ambientales, nutricionales y genéticos, ya que es necesario aumentar la calidad del fruto para obtener mayores ingresos y lograr entrar a mercados de exportación y no solamente Nacionales ó Regionales.

Por lo que el presente trabajo pretende analizar los aspectos nutricionales en cuanto a la calidad del fruto, al tomar en cuenta los suelos de Arteaga Coahuila, los cuales pueden presentar inhibición en los nutrimentos, de Hierro y Manganeso. Basado en lo anterior se proponen las siguientes:

Hipótesis

- Con la aplicación de Fe y Mn es posible incrementar la calidad de la fruta en el Manzano.

Objetivos

- a. Satisfacer las necesidades del Hierro y Manganeseo.
- b. Mejorar la calidad del fruto en el Manzano.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Aspectos Generales

2.1.1. Origen del Cultivo.

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

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

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

El manzano fue introducido en la República Mexicana por los Españoles en la época de la conquista, siendo el Estado de Puebla donde se cultivo por primera vez.

Una de las primeras variedades cultivadas fue la blanca de Austria, propagándose primeramente en los vergeles de Huejotzingo del Estado de Puebla e introducido posteriormente al sur de Coahuila por los Indígenas Tlaxcaltecas.

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

2.1.2. Morfología del Cultivo

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

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

Los frutos varían en forma, tamaño y color, época de madurez y otras características. En general las manzanas son esféricas, con cavidades en el extremo basal (tallo) y en el apical (flor) y la piel es verde, roja ó amarilla, pudiendo cambiar dos ó los

tres pigmentos (dependiendo de la variedad), la pulpa es blanca o amarilla y libre de células arenosas.

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

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

2.1.3. Clasificación Taxonomica

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

ReinoVegetal

DivisiónTraqueofita

SubdivisiónPteropsida

OrdenRosales

FamiliaRosaceae

ClaseAngiosperma

GeneroPirus

SubclaseDicotiledoneas

Especies.....Malus L.

Alvarez (1988) describe a la variedad como una de origen Americano con un rango de adaptación muy amplio, es la manzana preferida en muchos países y la de mayor cultivo en los últimos años.

Los arboles son de crecimiento vigoroso, precoces y de gran producción. Conviene advertir sin embargo, que resulta sensible al moteado y todo, y en algunas ocasiones pierde las hojas prematuramente, el fruto puede resultar pequeño por la excesiva producción si no se aclara.

La causa que lo motiva puede ser frío después de la floración, la sequía prolongada en primavera, terrenos encharcados, suelos mal aireados, enfermedades en las raíces lesiones mecánicas, etc.

Es sensible también a la carencia de magnesio, a los tratamientos cúpricos, al pulgón lanigero y ligeramente al chancro.

2.1.4. Poda

Alvarez (1974), menciona que con la poda se persigue, entre otros, los siguientes fines: ayudar y corregirlos hábitos de crecimiento y de fructificación de cada variedad, de forma que se obtengan árboles de esqueleto equilibrado y robusto, capaz de soportar el peso de la cosecha (teniendo siempre en cuenta las tendencias típicas de la variedad

injertada); conseguir producción abundante de formaciones fructíferas; que la aireación e iluminación sea la más indicadas, y eliminar toda la madera seca, enferma o no productiva.

También dice que el objetivo que debe perseguir todo fruticultor en la producción de manzano son de buen tamaño, aspectos y calidad comercial, al más bajo precio posible, la mayoría de las veces, el éxito de la plantación de manzana depende de una acertada e inteligente elección de la variedad a plantar y del medio natural (suelo, clima y parásitos) donde van a cultivarse.

Alvarez (1988) refiere que el manzano es una especie poco exigente en cuanto al suelo y clima, sin embargo la fruticultura necesita conocer el límite de tolerancia al frío sin que el árbol sufra daño.

Telles (1945), menciona que con el fin de dar regularidad uniforme y constante de la copa o fronda, normalizar la producción de frutos, hacerlos de manera fácil la cosecha y mejor clase; amputar las ramas secas y dañadas, todo ello a favor de la fructificación a causa de tener mayor iluminación y aireación, se ejecutan las podas que sean necesarias principalmente en los primeros tres años de su plantación.

En forma general, las formas que se den a los árboles con la poda serán reguladoras, pero de acuerdo con la estructura o forma que tenga la variedad cultivada, pues la hay alargada o semi- esférica. La poda en vaso es la que mejor conviene en manzano debiendo quedar la base de la copa a unos cuarenta centímetros del suelo por

ramas gruesas o inferiores de unos quince centímetros procurando que éstas tengan una simetría distribuida en número, proporcionado resistencia al tronco.

2.2. Requerimientos Ambientales

2.2.1. Climaticos

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

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

En la planeación racional de la fruticultura, el estudio del clima es de importancia primordial, y en él debe basarse la determinación de las áreas de cultivo, aunque después de realizadas las delimitaciones climáticas sea necesario desechar, dentro de grandes regiones, alguna superficie por la presencia de factores del suelo o bióticos desfavorables.

Juscafresa (1974), describe que al manzano como poco exigente con el clima, pero que prospera mejor en climas relativamente fríos que en los cálidos y templados. Existen variedades que en climas cálidos ofrecen una producción muy por debajo a la de los climas fríos.

Wallace (1966), afirma que la mayoría de los manzanos se cultiva en áreas con temperaturas diurnas de verano relativamente altas, pero cuando son muy altas en excesos máximos y con falta de humedad en el suelo, puede resultar dañino para la fruta. La luz solar contribuye a fines de verano y principios de otoño a que madure la fruta y adquiera color y a la maduración de la madera.

2.3. Hídricos

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

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

La evapotranspiración del cultivo es alta, entre 5800 y 8300 m³/ha/año (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 se puede llegar a 13700 m³/ha/año.

En el manzano no hay períodos en que se pueda reducir el consumo de agua, pues todo déficit afecta linealmente en el cuajado, desarrollo de vegetación, fruto y preparación de yemas para la cosecha del próximo año. Un déficit del 10% se traduce en una reducción equivalente de crecimiento y desarrollo de frutos. Al iniciar la vegetación el suelo debe de tener agua para que la raíz crezca bien durante la floración y cuajado se necesita agua abundante, durante todas las fases el abastecimiento de agua debe hacerse con precisión.

Wallace (1966), afirma que el agua puede reducir las probabilidades de heladas, pues éste favorece la conservación de un grado termométrico alto durante la noche y el día en invierno. Sin embargo, en los meses más cálidos las temperaturas diurnas serán algo inferiores con la presencia de agua.

2.4. Edáficos

Alvarez (1974), menciona que aunque el manzano posee una gran flexibilidad de adaptación para los diferentes tipos de suelo y se encuentran huertos de manzano en los terrenos más dispares, el rendimiento de cada tipo de suelo no es igual, ni en la calidad, ni cantidad de fruta, ni el desarrollo del árbol; por ello, debe huirse de los suelos con

características extremas. No debe aconsejarse nunca el establecimiento de plantaciones de frutales en terrenos muy arenosos o excepcionalmente calizos, ni en los compactos, de encharcamiento fácil y difícil aireación.

La calidad del terreno en que se va a realizar la plantación es uno de los factores decisivos en el éxito de la misma.

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

Mendoza (1965), menciona que plantando un árbol quedará en el mismo suelo durante muchos años, siempre que este reúna condiciones apropiadas entre las cuales destacan sus características físicas: consistencia, color, textura, drenaje, etc., y sus características químicas como pH, riqueza en minerales, exceso de sales, escasez de nutrimentos, etc.

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

2.4.1. Suelos Calcáreos

Cepeda (1983), menciona que existen cuatro tipos distintos de suelos alcalinos, los cuales son calizos o calcáreos, salinos, sódicos y salinos- sódicos. El mismo autor establece que en los suelos calcáreos suelen presentarse en regiones húmedas, mucho de éstos suelos jóvenes y se forman en zonas deprimidas sobre materiales de origen ricos en calcio, con capa freática superficial.

El pH oscila entre 7.5 y 8.5 por lo general, debido a la acción tampón de carbonato de calcio. Su valor está controlado por sistema $\text{CaCO}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Debido a que la presión parcial del CO_2 es controlada por los factores que favorecen el intercambio gaseoso (aireación) de suelo, este gas disminuye en el suelo hasta que éste está bien aireado. De tal manera que para un mismo contenido de CaCO_3 en el suelo, será más bajo en aquel que tenga más arcilla y más pobre estructura.

Por otro lado, un alto contenido de agua en el suelo puede disminuir la presión del CO_2 y hacer subir el potencial de Hidrógeno.

León (1984) reporta que un suelo calcáreo se caracteriza por tener (CaCO_3) y el pH generalmente se encuentra entre 7 a un máximo de 8.3 y éste se encuentra controlado principalmente por hidrólisis del carbonato de calcio en el que tiene la siguiente reacción $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} > \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$. Observándose una mayor disolución del hidróxido de calcio, que produce mayor cantidad de OH^- en comparación con la producción de H^+ del ácido carbónico, creando un efecto alcalino.

Silva (1981), considera que los Xerosoles son suelos de zonas áridas, con un moderado contenido de materia orgánica e indica que con fertilización y mejoradores de suelos son capaces de producir buenas cosechas.

Thompson y Frederick. (1978), dicen que los problemas creados por los suelos calcáreos derivan de su humedad excesiva, dificultad de aireación y de las dificultades nutritivas que suelen presentarse las plantas que se cultivan en ellos. Estos suelos en su mayoría son del orden, molisol, de la clasificación Americana.

La alcalinidad desarrolla un aumento en la concentración osmótica que puede llegar a ser más alta en la solución del suelo que en las células de las plantas, además de que ocasiona problemas físicos como la dispersión de coloides del suelo, bloqueando poros y formando costras.

Tisdale y Nelson (1991), mencionan que los problemas creados por suelos calcáreos derivan de su humedad excesiva y dificultades nutritivas en ellos. La presencia excesiva de calcio disminuye la disponibilidad de ciertos nutrimentos.

2.5. Funciones Fisiológicas de los Elementos

Millar, et al. (1982) citado, por López (1990), reportaron que el crecimiento y desarrollo de la planta esta determinado por numerosos factores del suelo, clima y otros factores inherentes a la planta misma. Algunos de estos factores están controlados por el hombre pero la mayoría de ellos no pueden ser controlados. Agregan estos autores que no

solo se requiere que los elementos nutritivos estén presentes en forma tal que las plantas puedan utilizarlos, si no que también debe de haber un balance entre ellos, de acuerdo con las cantidades que la planta necesita.

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 del medio en el cual las plantas tiene su desarrollo.

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

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

2.6. Nutrición Foliar de las Plantas

Tamhane (1983), menciona que desde hace muchos años se ha sabido que las plantas son capaces de absorber elementos esenciales a través de las hojas. La absorción tiene lugar mediante las estomas de las hojas y también a través de la cutícula de la hoja. De ordinario, el movimiento de los elementos es más rápido a través de las estomas, pero la absorción total puede ser la misma a través de la cutícula. Tanto las plantas leñosas como las plantas herbáceas son también capaces de absorber nutrimentos a través de la superficie de sus tallos o troncos.

Los siguientes elementos se han utilizado, con éxito el desarrollo de las plantas; para aplicarlos, se rociaron sobre las hojas; nutrimentos primarios (N, P, K), secundarios (Ca, Mg, S), y microelementos (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo).

La movilidad relativa de los elementos esenciales en la planta del frijol cuando se aplican como rociado de las hojas, se ofrece a continuación.

Móviles (Fe, K, Cl, S), Parcialmente móviles (Zn, Cu, Mn, Mo), y los inmóviles (Ca, Mg).

Rodríguez (1989), dice que en la naturaleza hay plantas como las *epífitas* y las *acuáticas* que absorben gran cantidad de los nutrimento directamente a través de sus hojas.

Un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición pero estos pueden estar en una forma no disponible para la absorción radical, tal es el caso frecuente del hierro y el fósforo cuando el suelo es alcalino, o sea que tiene un pH elevado.

En esos casos se realiza una fertilización de estos elementos a nivel foliar constituyendo una nutrición o fertilización complementaria.

Entre las partes aéreas de las plantas, las hojas son las más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues tiene un; mayor superficie expuesta. La superficie mojada debe ser lo mayor posible. La fertilización se hace en forma pulverizada.

Como la tensión superficial del agua es distinta a la tensión superficial de la cutícula, la gota tiende a una esfera, disminuyendo el área de contacto, de allí que el agua se le agreguen sustancias que disminuyen su propia tensión superficial (como los “detergentes”) para aumentar de esta manera el mojado de la misma. La superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie superior, pues allí la cutícula es más delgada, hay mayor cantidad de estomas y los vasos floemáticos están más cerca.

2.7. Factores que Afectan la Absorción Foliar

2.7.1. La Temperatura

Rodríguez S.(1989), a medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre los 20 y 26°C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después de los 28°C comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la penetración de la solución.

2.7.2. Humedad Relativa

Al aumentar la humedad relativa ambiental se posibilita la mayor permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando las posibilidades de su absorción.

2.7.3. Edad de la Hoja

Las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas.

2.7.4. Luz

Al existir una óptima fotosíntesis habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes. En la nutrición foliar se pulveriza la solución nutritiva en la parte aérea de la planta tratando de hacerlo en mayor medida en la cara inferior de las hojas pues allí, como ya se dijo, es mayor el grado de absorción. Las aplicaciones se realizan de día. El momento vegetativo influye ya que la absorción es más eficiente en las hojas de mejor estado.

En el caso de querer pulverizar sustancias lipofílicas (no-polares) las aplicaciones se hacen preferentemente en las hojas más viejas porque estas poseen más cera en su superficie favoreciendo este tipo de absorción.

Por la aplicación de nutrición foliar se debe además tener en cuenta los siguientes puntos:

La fertilización clásica, comparado con la foliar, presenta las siguientes características: a) Una más rápida utilización de los nutrientes por parte de la planta; b)

La durabilidad de la fertilización es menor, debiéndose aumentar las aplicaciones; c) Las dosis empleadas son menores; d) No se presentan los problemas de suelo, tan corrientes en los sistemas clásicos, y e) Existe una mayor probabilidad de originar excesos de nutrimentos.

1. Las aplicaciones de nutrición foliar deben realizarse cuando hay una necesidad urgente.
2. Para su implementación se realiza un correcto diagnóstico de deficiencias para estimar las dosis a emplear.

Rodríguez (1989), menciona que la capacidad de absorción de nutrimentos a través de la superficie foliar es variable según el tipo de cultivo y el tipo de nutrimentos aplicado, teniéndose en cuenta las necesidades reales y los niveles de toxicidad. La aplicación foliar se realiza con aspersiones aéreas por medio de pulverizadores específicos.

La aplicación foliar es un medio tanto de corrección complementaria de fertilización como forma única de suministro de algunos elementos, principalmente de los micronutrimentos como: Zn, Mn, Cu, B, Mo y eventualmente hierro.

Con respecto a la absorción foliar relativa de los elementos, considerados a su movilidad son: Muy alta (N, P, Na), alta (P, Cl, S), media o escasa (Zn, Cu, Mn, Fe, Mo), y muy escasa (B, Mg, Ca). La absorción foliar varía según el cultivo tratado, como por ejemplo en el manzano la velocidad de absorción (teniendo en cuenta el tiempo en que se asimila un 50% de lo aplicación) es de 1 a 4 horas. En experiencia con el cultivo de judías

es de Ca (4 días), S (8 días), Cl (1 a 2 días), Fe (8% en un día), Mn (1-11/2 días), Zn (1 día), Mo (4% en 1 día).

La adición foliar de micronutrientes es muy eficaz desde un punto de vista inmediato, ya que la mayoría de los problemas carenciales de estos elementos provienen de las inadecuadas condiciones del suelo, siendo la pulverización aérea el único medio viable hasta que no se corrijan las causas determinantes.

Una vez solucionados los problemas edáficos, las dosis foliares de los micronutrientes, son menores, generalmente las dosis adecuadas se resuelven con dos o tres aspersiones.

En muchos casos, la aplicación foliar principalmente con los microelementos, resulta más económica por el grado de efectividad en su utilización y por que las dosis son más reducidas que en las aplicaciones terrestres, como sucede con los distintos quelatos. Las mayores concentraciones “terrestres” son debidas generalmente a la fácil inmovilización de estos micronutrientes en el medio edáfico (por pH, textura, humedad, etc.).

2.8. Ventajas y Limitaciones de la Fertilización Foliar y la Fertilización al Suelo

Rodríguez (1982), menciona que por medio de la fertilización foliar los nutrimentos penetran con rapidez al interior de la planta, por lo que la adición foliar de micronutrimentos es muy eficaz, dado que los problemas carenciales de estos elementos se corrigen en forma inmediata al presentarse los síntomas de deficiencia y realizar las aplicaciones foliares pertinentes.

El mismo autor cita que la fertilización foliar comparada con la clásica, presenta las siguientes características:

- a) Una más rápida utilización de los nutrimentos por parte de la planta.
- b) La durabilidad de la fertilización es menor debiéndose aumentar las aplicaciones.
- c) Las dosis empleadas son menores.
- d) No se presentan los problemas del suelo.
- e) Existe una mayor posibilidad de originar excesos de nutrimentos.

S.A.R.H (1985), la fertilización foliar es más barata que la fertilización al suelo, además se puede aplicar en combinaciones con otros productos químicos (pesticidas), lográndose con esto una reducción de los costos.

Barbosa (1993), el nutrir las diferentes clases de plantas por las hojas se demostró científicamente en los mejores centros de investigación agrícola del mundo con resultados muy satisfactorios. Las hojas, tallos, flores y frutos absorben los

nutrimentos suministrados por aspersión en muy corto tiempo y en cantidades suficientes para corregir la mayoría de deficiencias y así evitar la caída de flores y frutos y las fallas de maduración.

Finck (1989), menciona que la fertilización foliar es de 10 a 15 veces más eficiente que la del suelo y por lo general hasta el 95% de los nutrimentos aplicados son tomados por la planta y la acción de esta es rápida y no se debe únicamente a la cantidad de cada elemento, sino el efecto sinérgico que pueden propiciar.

Este tipo de fertilización existe desde antes de 1914 es un sistema en agricultura que consiste en suministrar por medio de aspersiones los principales nutrimentos, necesarios para lograr una nutrición oportuna en los elementos críticos del desarrollo vegetal.

Se ha comprobado experimentalmente que la toma de nutrimentos por vía foliar es más rápida que por la vía común de la raíz y transporta a través del xilema, que es el sistema circulatorio de las plantas.

García (1980), cita que la nutrición vegetal, rociando a la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de sustancias alimenticias, se está desarrollando la técnica de fertilización foliar, donde la experiencia prueba que la absorción comienza a los cuatro segundos de haber rociado las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que al abonar el suelo.

SARH.(1987) en el folleto tecnico N° 8, menciona que la fertilización foliar tiene el propósito fundamental de corregir rápidamente las deficiencias nutricionales de carácter temporal. Para llevar a buen término esta práctica, es preciso conocer los niveles óptimos de los nutrimentos más importantes en cada una de las etapas críticas de desarrollo del cultivo y su balance nutricional. En repetidas ocasiones la deficiencia de nutrimentos en los cultivos es provocada por el mal manejo de fertilizantes en cuanto a dosis, forma y época de aplicación al suelo o por vía foliar; el exceso de algunos da lugar a desbalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye al aprovechamiento del fertilizante. Las plantas presentan casos de toxicidad en el follaje por sobredosis de agroquímicos foliares (fungicidas, insecticidas, bioestimulantes y fertilizantes mezclados).

Davis y Lucas (1974), mencionan que la ventaja de la fertilización foliar se manifiesta cuando existen suelos con problemas de fijación y retrograduación o lixiviación de elementos, lo cual trae como consecuencia desórdenes por deficiencias en plantas cultivadas.

Davis (1974), mencionan una de las desventajas en el porcentaje bajo de nutrimentos en la aplicación foliar y el contacto es solo por unas horas y hay que repetir o usar sustancias poco solubles en agua y pegarlas a las hojas a través de un coadyuvante. Además las hojas no pueden solubilizar sustancias poco solubles como en las raíces, las cuales poseen las características físicas y químicas que las favorecen.

Reddy y Dass(1983), citan que las aplicaciones foliares de nitrógeno normalmente son más económicas que las que se aplican al suelo, en cuanto a peso y rendimiento en un experimento realizado en el cultivo de la piña, los resultados fueron similares, cuando se compararon las aplicaciones foliares al y suelo.

2.9. Disponibilidad de los Nutrientos Para las Plantas en el Suelo

Rodríguez S.(1989), los iones en el suelo se encuentran en diversas maneras;

1. En la saturación acuosa del suelo, en donde son fácilmente asimiladas por las plantas.
La solución del suelo es principal proveedor de iones.
2. En los coloides que forma el suelo, los iones se encuentran absorbidos allí por las atracciones eléctricas de los coloides orgánicos e inorgánicos y las cargas de los distintos iones.
3. En la estructura cristalina de los coloides, fuertemente integrados.

Las plantas utilizan los iones que se hallan en la solución acuosa de suelo y los absorbidos en la superficie de las partículas coloidales. Las plantas aprovechan con mayor facilidad los iones de las soluciones edáficas; en cambio los absorbidos en los coloides serán más difíciles de un aprovechamiento directo, siendo intercambiables con la solución del suelo.

El intercambio de los iones entre raíz y el suelo. Lo realizan de dos maneras

- Directamente por contacto entre la raíz y suelo

- Indirectamente a través de la solución del suelo.

2.10. Hierro (Fe)

2.10.1. Función

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

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

Tisdale y Nelson (1991), dicen que es uno de los elementos metálicos más comunes en la corteza terrestre. Su contenido total en los suelos, sin embargo, es viable, cuando oscila desde un valor tan bajo como de 200 ppm hasta más del 10%. Se halla en los suelos como óxidos e hidróxidos y fosfatos, así como en las estructuras reticulares de los silicatos primarios y en las barras minerales. Bajo distintas condiciones del suelo, pequeñas cantidades de hierro son liberadas durante la alteración debida a los agentes atmosféricos de los minerales primarios y secundarios, y otra parte es absorbida por las plantas.

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

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

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

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

En el Manual de Fertilidad de suelos (1988), se dice que el hierro es un catalizador que ayuda a la formación de la clorofila y actúa como portador de oxígeno.

El hierro ayuda a formar ciertos sistemas enzimáticos respiratorios.

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

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

2.10.2. Deficiencia en el Suelo

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

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

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

Brown (1982), menciona que los problemas más comunes en suelos alcalinos son las deficiencias de hierro, la salinidad y la toxicidad por el elemento Boro.

Normalmente la alcalinidad se presenta en horizontes donde raramente la precipitación excede a la evapotranspiración, por la cual las sales se acumulan en el perfil del suelo.

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

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 Ca y Mg en el suelo bloquea al Fe y a pesar de estar en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos del árbol, es difícil su asimilación.

En terrenos ácidos de pH bajo, a causa de la actividad anaerobia de las bacterias, el óxido de Hierro puede ser reducido en su forma soluble, sulfato de ferroso, que de ser excesivas puede llegar a intoxicar las raíces del árbol causándole la muerte.

Razeto (1982), establece que las deficiencias de hierro son más comunes en suelos con pH alto (7.0-8.5), y en suelos calcáreos.

La clorosis es más pronunciada en hojas jóvenes, pero en algunos casos las hojas viejas se tornan amarillentas y eventualmente caen prematuramente. En árboles cloróticos el tamaño de la fruta es reducida y la madurez se retarda.

2.10.3. Deficiencia en la Planta

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

Fuentes Y.J.L.(1983), dice que los síntomas más claros de la carencia del hierro se producen en las hojas, que pierden su color verde (*Clorosis fèrrica*). En una primera fase amarillean las hojas entre los nervios, aunque éstos conservan su color verde; en caso más graves, los nervios también se vuelven amarillos, y en los casos más extremos las hojas aparecen casi blancas. La viña y los frutales son los cultivos donde se da con mayor frecuencia la clorosis fèrrica.

El hierro se mueve muy poco dentro de la planta, por cuyo motivo, los síntomas de carencia aparecen, en primer lugar, en las hojas nuevas.

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

Así las deficiencias de hierro ocurren en las plantas a menos que: Ocurra una reducción de hierro en los suelos y un aumento en la solubilidad de éste; los quelatos adicionados facilitan grandemente el transporte de hierro que es absorbido por las raíces el Fe^{+2} es la especie de hierro en la solución del suelo más disponible para las plantas. Además es también importante que la inhibición del Fe^{+3} es provocada por algunos iones como los hidroxilos, ortofosfatos, pirofosfatos, níquel cobre, manganeso y zinc.

Loué (1988), menciona que las cantidades elevadas de manganeso en el medio nutritivo, en relación al hierro , lo cual induce síntomas de clorosis férrica.

2.11. MANGANESO (Mn)

2.11.1 . Función

Agustín (1995), menciona que en relación a su comportamiento químico, el manganeso mantiene propiedades parecidas a Ca y Mg y de los metales Zn y Fe. Es por ello que estos cationes pueden afectar la absorción de manganeso. Por el contrario el manganeso puede reducir la absorción de los cationes especialmente el hierro.

Alexander. (1980) indica que otro efecto en el manganeso en pH <5.5 domina Mn^{++} intercambiable y soluble, cuando es >8.0 tiende a óxidos mangánicos (Mn^{+++}), en valores de pH intermedios predomina la influencia microbiológica.

Fuentes. (1983), menciona que el manganeso no forma parte de la clorofila, pero su presencia es imprescindible para su formación. Actúa también como catalizador en muchos procesos enzimáticos. Se absorbe bajo la forma de ion manganeso (Mn^{++}). El comportamiento del manganeso en el suelo es bastante complejo.

Este se puede presentar como: ion asimilable, asociado con el Fe en formas insolubles, formando sales poco solubles, especialmente en suelos alcalinos y asociados con el humus en complejos orgánicos.

Tamhane (1983), menciona que el manganeso actúa como un catalizador en las reacciones de oxidación y reducción de las plantas, en especial en conexión con el metabolismo del hierro y el nitrógeno. El manganeso es un activador de muchas enzimas,

como por ejemplo, la fosfoglutamasa, la colinesterasa y las cetodescarboxilasas B. También está relacionado con la síntesis de la clorofila, dado que la deficiencia de manganeso origina la clorosis. La cantidad de manganeso obtenible es pequeña en suelos con reacción alcalina y ricos en carbonatos de calcio.

En el Manual de Fertilidad de Suelos (1988), indica que el manganeso (Mn) funciona primordialmente como parte del sistema enzimático de la planta. El Mn activa numerosas e importantes reacciones metabólicas.

El manganeso desarrolla un papel directo en la fotosíntesis de la clorofila. Acelera la germinación y madurez. Aumenta la disponibilidad de P y Ca.

Mass 1968 y Foy et al (1978), señala que el manganeso es absorbido por las plantas en forma iónica, principalmente como ion manganeso y en menor cantidad como ion manganeso. Esto se asume debido a que bajo pH (4.0- 6.0), inundación (condiciones de reducción), hay aumento en la absorción de Manganeso.

More (1980), indica que la absorción del manganeso por la planta presenta dos fases características de la absorción, ioniza en general, es decir una fase de absorción rápida de carácter pasivo, seguida de una fase lenta y sostenida del carácter metabólico.

2.11. 2. Deficiencia en el Suelo

El Ministerio de Agricultura de Madrid España. (1974), dice que las causas o circunstancias en el suelo por las cuales se exterioriza esta deficiencia de Manganeso, son muy complicadas. Un alto pH, los microorganismos y la estructura del suelo afectan su disponibilidad. Esta deficiencia puede aparecer a partir de 5.0 de pH-KCl.

Loué (1988), menciona que la deficiencia del manganeso se ha observado más frecuentemente en los suelos bien drenados con pH neutros, alcalinos. Los muy ricos en materia orgánica, son los más sensibles a las deficiencias de manganeso.

Henry y Rodolph. (1976), mencionan que es el elemento esencial para el desarrollo vegetal. La mayor parte de los suelos lo contienen en cantidades suficientes, pero suelen perderse por lavado en suelos de reacción ácida, o hacerse más o menos inaprovechable en suelos alcalinos.

2.11. 3. Deficiencia en la Planta

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

Henry. y Rodolph. (1976), mencionan que la deficiencia fisiológica suele ocurrir de la misma manera que en el caso del hierro, en presencia de un exceso de calcio, pero se puede corregir mediante la aplicación de Sulfato de Amonío.

Homan (1967), menciona que la deficiencia del Manganeso afecta principalmente la actividad del sistema de desprendimiento de oxígeno del proceso fotosintético. Reporta además que la reactivación del sistema requiere de la presencia de la luz, señalando que la clorosis por deficiencia de Manganeso es consecuencia de un menor número de cloroplastos por Célula o de una menor cantidad de clorofila en los cloroplastos.

El Ministro de Agricultura de Madrid España (1974) menciona que la deficiencia del manganeso en el manzano se manifiesta en las hojas más viejas; las hojas superiores a menudo permanecen verdes. Entre los nervios laterales aparecen en zonas pequeñas e irregulares, de un tono amarillo-verdoso, que se van uniendo. Los síntomas están más

acusados en las hojas sombreadas. El crecimiento de árbol puede no ser afectado seriamente. La fructificación y producción de frutos es normal

2.11.4. Función de la Interacción Fe/ Mn.

Henry y Rodolph. (1976), establecen que en los suelos calcáreos cuyo pH es mayor de 7.5 la deficiencia correspondería al hierro y al manganeso, siendo la causa un exceso de calcio, no se trata de una simple conversión del hierro y el manganeso en formas insolubles, puesto que el análisis indica lo contrario; además, las raíces de las plantas absorben ambos elementos y es un hecho que su movimiento en la planta está restringido a causa de que precipitan dentro de las células.

La aplicación de sulfato de hierro (FeSO_4) o de manganeso al suelo no es ninguna utilidad por que no existe la deficiencia como tal, siendo lo más común que no se observe efecto alguno. Se podrían aplicar por aspersión sulfatos de hierro o de manganeso al follaje de las plantas, con lo cual las hojas amarillas recobrarían su color verde , pero el remedio sería su carácter temporal y la mejoría observada duraría muy poco tiempo.

Ortega, (1978), menciona que una nutrición adecuada de las plantas con micronutrientes dependen de otros factores aparte de la habilidad del suelo de suplir estos elementos; entre estos factores se puede incluir la velocidad de absorción de nutrimento, su distribución a sitios funcionales de la planta y su movilidad dentro de la planta.

La interacción se presenta tanto entre los micronutrientes como con otros macronutrientes; las interacciones pueden realizarse en el suelo y dentro de la planta y ya que modifican la nutrición vegetal, es necesario entenderlas y considerarlas si se quiere proveer al cultivo con un abastecimiento adecuado de nutrientes.

La interacción puede ser definida como una influencia o acción mutua recíproca de un elemento sobre otro con relación al crecimiento de las plantas, o bien la diferencia en respuesta a un elemento en combinaciones con niveles distintos de un segundo elemento, aplicado simultáneamente; esto es, los dos elementos se combinan para producir un efecto adicional que no es debido a ninguno de ellos por separado.

El mismo autor menciona que estos dos micronutrientes se encuentran interrelacionados en sus funciones metabólicas, la efectividad de una está determinada por la presencia proporcionada del otro; es así como se ha observado en suelos ácidos con alto contenido de manganeso aprovechable, clorosis acentuada en las plantas; esta interacción se explica como reducción en la eficiencia de translocación del hierro de las raíces a las partes aéreas, en presencia de altos contenidos de manganeso.

Postechenrieder y Barcelo, (1981), mencionan que para una amplia gama de concentraciones en exceso de manganeso (10,40,80, 160,300,500,y 1000 ppm) se estudian comparativamente con las plantas control, crecidas en condiciones normales de cultivo hidropónico, la acumulación de niveles de manganeso, en parte aérea y en raíces, y su posible influencia sobre los contenidos de hierro en planta.

Nuestros resultados no parecen indicar la existencia de competitividad, a nivel de la absorción, entre el hierro y el manganeso. Se encuentran comportamientos diferenciales inversos al correlacionar los porcentajes de manganeso en plantas con la clorofila (descendente) o con la carotenoides (ascendente).

Los autores dicen que en el estudio de los niveles internos de Mn y Fe en las distintas fases del ciclo vegetativo de plantas de frijol cultivadas en solución que contenía valores iguales de Fe, pero con distintas concentraciones de Mn hasta llegar a valores tóxicos. Se comprueba, para el frijol, que los niveles críticos de exceso de Mn que determinan claramente síntomas de toxicidad son de orden de 1000 ppm para la parte aérea y de unas 3000 ppm para la raíz, lo que corresponde a relación es Mn/Fe superiores a 10, muy por encima de las relaciones 0,3 a 1 que dan el crecimiento óptimo del frijol.

2.12. Calidad Global del Producto

2.12.1. Características Mínimas de Calidad para todas las Categorías

Schneider y Scarborough (1980), mencionan que la deficiencia de calidad de la fruta no significa, por desgracia, lo mismo para cada uno. Sin embargo, la calidad debe implicar la presencia en la fruta de las características deseables desde el punto de vista comercial, comestible y condiciones nutritivas. Estas son factores importantes que determinan la aceptación de la fruta en el mercado.

La calidad es frecuentemente estimada o juzgada y el valor del mercado determinado por las características externas de la fruta tales como la apariencia general, color y condición física. Desde luego que éstos pueden tener poco que ver con la calidad comestible o el valor nutritivo de la fruta. Por calidad comestible entendemos el sabor, carnosidad y suavidad de la fruta. Y el valor nutritivo se refiere a la cantidad de vitaminas, minerales y otros factores de importancia.

2.12.2. Empaque.

Al seleccionar el envase, quizá se ponga mucha atención en su atractivo y no bastante en su condición mecánica.

Los horticultores deben elegir embalajes que den a la fruta la protección adecuada a la venta, al detalle casi en la misma condición que cuando dejó el lugar de producción.

2.12.3. Atractivo Visual

La atención actual se dirige a lo que tiene atractivo para la vista.

- Color
- Color natural.

2.12.4. Tamaño y Calidad.

El tamaño standard ha llegado a ser en general el más aceptado y la fruta que no está dentro de esos límites tiene que ser casi siempre marcada como fruta apartada para convertirla en algún producto secundario distinto al producto fresco.

2.12.5. Calidad Comestible.

En general, la tendencia en este sentido ha sido hacia las variedades de fruta de alta calidad.

2.12.6. Manejo de la Fruta.

Esta propiedad es designada por el productor y el consumidor como calidad de manejo, y el factor principal que le afecta es la consistencia.

2.13. Condiciones que Afectan la Calidad

2.13.1. La nutrición.

La nutrición de la planta afecta no solamente la cantidad de fruta, sino acaso también todas las características de calidad que han sido estudiadas: tamaño y color, comestibilidad y las características de manejo.

2.13.2. Temperatura.

Un factor que afecta la calidad de la fruta, es la temperatura durante el periodo de su desarrollo.

2.13.3. Estado de Madurez

Otro factor que interviene en la calidad de la fruta es el estado de madurez al tiempo de la recolección.

Existen algunas de valor general que deben estudiarse aquí, pero no existe un criterio adaptable para todas las frutas como son: Color, Dureza, Facilidad de recolección, Días de floración, Sólidos solubles, color de la semilla, El tamaño de la fruta es afectado por la madurez. Schneider y Scarborough (1980).

Alvarez (1988), menciona que las características mínimas de calidad son:

1.- Las manzanas destinadas al consumo fresco deberán estar:

- Enteras.
- Sanas (a reserva r de los disposiciones particulares admitidas para cada categoría).
- Limpias (prácticamente exentos de materias extrañas visibles).
- Desprovistas de humedad exterior anormal.
- Desprovistas de olores y sabores extraños.

2.- Los frutos deben haber sido recolectados cuidadosamente y haber alcanzado un desarrollo suficiente. Su estado de madurez debe ser tal que les permita soportar el transporte y la manipulación y conservarse en buenas condiciones hasta el momento de consumo, así como responder a las exigencias comerciales en el lugar del destino.

Se excluyen de todas categorías:

- Los frutos insuficientemente desarrollados y no maduros que se arrugan en el almacenamiento y son inadecuados para el consumo por sabor ácido y dureza de la pulpa.
- Los frutos demasiado maduros o pasados.

2.14. Efectos de la Composición Química de la Manzana

Brown (1939) citado por Aguilar (1957), menciona que la composición química de la manzana esta dada por el 83.5% de contenido de agua, 16.43% de sólidos totales, 0.16% de ácidos (Ac. málico) y el 11.91% de azúcares totales.

Cepeda (1981), menciona que al determinar la concentración de sólidos solubles (grados brix) en las frutas comparando diferentes fechas de corte, encontró diferencias significativas, observando que la más alta concentración en la tardía es debido a la transformación de almidones y ácidos en azúcares fenómeno que define la maduración; debido a que es una fuente de alteración de fotosintatos. La pulpa del fruto contiene pectinas almidón y otros materiales.

Keneth (1980) citado por López (1980) reporto que las frutas que provienen de la floración tardía, acumulan menos sólidos solubles que los que proceden de la floración tempranas normal.

Reyes (1992), menciona que las manzanas son básicamente almacenadas en toneladas y el periodo promedio de almacenamiento es muy largo, debido a esto están disponibles durante todo el año.

La vida de almacenamiento de varias variedades de manzana es amplio (cuadro,1), y es afectada por las prácticas culturales, condiciones climáticas de la región, areas de

producción, prácticas de manejo y la madurez de la manzana cuando es recojida. Para la máxima vida de almacenamiento. Son también susceptibles a disturbios de almacenamiento como el escalde y el sabor amargo.

Suficiente enfriamiento superficial es la única solución permanente de mantener la alta humedad relativa deseable en el almacenaje de manzanas.

Las manzanas que por alguna razón semejante a tener una mala vida de almacenaje debería de esperar ser separada y ser vendidas rápidamente. Un buen almacenamiento puede ser echado a perder por manzanas malamente seleccionadas.

Cuadro 1. Almacenamiento normal y máximo de variedades de manzanas susceptibles a desórdenes. Reyes, 1982.

Variedad	Periodo de almacenaje		Desordenes probables por ocurrir en el almacenaje.
	Normal meses	maximo meses	
Baldwin	4-5	6-7	Hoyo amargo, quemado corazon café
Golden delicious	3-4	6-8	Hoyo amargo, empapado
Delicious	3-4	8	Daño interno hoyo amargo quemado y suave quemado
Jonathan	2-3	5-6	Quemaduras, mancha jonathan, daño interno,
Rome bauty	4-5	6-8	Quemaduras, mancha jonathan, daño interno, hoyo amargo
Yorkimperial	4-5	6-7	Hoyo amargo, quemado

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Sitio Experimental y Geográfica

La realización del experimento se llevó a cabo durante el ciclo de producción 1997. Bajo condiciones de temporal en el área denominada el cañón de la roja, pertenece al municipio de Arteaga, Coah.; se ubica dentro de las coordenadas de 25° 26' 00" de Latitud Norte y 100° 51' 00" Longitud Oeste y una altura de 1920 msnm. La localización del área de estudio se muestra en la figura 1.

El Cañón La Roja tiene dos vías de acceso, la primera por un camino de terracería que tiene una longitud de 34 Km desde el poblado de Arteaga y la segunda por la carretera Los Lirios-El Tunal cruzando el Cañón de La Carbonera.

Figura 1. Mapa de localización del sitio experimental

3.2. Caracterización del Sitio Experimental

3.2.1. Clima.

La precipitación media anual es de 430 mm, siendo los meses más lluviosos Mayo, Junio, Julio, Agosto, Noviembre, Diciembre y Enero. Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de Diciembre a Marzo y las temperaturas altas se presentan de Mayo a Septiembre. La temperatura media anual oscila entre 16 y 22°C.

3.2.2. Suelo.

Los suelos se han originado apartir del material geológico original que data del cretácico superior, las cuales son lutitas, areniscas y rocas calizas, formando suelos de textura fina, media y gruesa; los principales suelos son: Litosoles, Feozem calcárico, Xerosol háplico y Regosoles.

Fisiográficamente es un valle intramontañoso. El uso actual del suelo es la explotación de árboles frutales como el manzano, durazno, chabacano y cultivos como el maíz, trigo y cebada.

3.2.3. Agua

Con lo que respecta al agua utilizado en este lugar para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos; esta es traída desde un manantial que se ubica en la parte alta de la montaña, de donde es trasladado a una pila, por medio de mangueras, de donde se reparte para el riego. La calidad del agua es C2 S1, que puede utilizarse para casi todos los cultivos, sin llegar a causar daños ni utilizar prácticas especiales.

3.2.4. Vegetación.

La vegetación característica es la de bosque en asociación de pino piñonero (*Pinus sembroides*) y, encinos (*Quercus spp.*), lechuguilla y pastos como arístida, atriplex y otros.

3.3. Antecedentes del Sitio Experimental

El huerto tiene de establecido alrededor de 14 años, la producción es baja debido a varios problemas, tales como deficiencias y desbalances nutricionales e insuficiencias de frío y heladas, también se debe al suelo calcáreo, cuenta con agua (riego por gravedad), en general poca la tecnología aplicada al cultivo.

3.4. Manejo del Huerto

Generalmente las labores en el huerto son pocas, aunque las más importantes y van desde rastreo bien efectuado los primeros meses del año con el propósito de airear la tierra y deshierbar, para las deficiencias de frío no se aplica ningún tipo de compensadores al igual que ningún tipo de pesticida al no ser que exista el problema de algunas plagas o bien de algunas enfermedades que sean muy severas.

En lo que respecta a la poda, normalmente se realiza cada 2 años, y no cuenta con protección contra heladas y granizos. cabe mencionar que durante el ciclo 1997 se aplicó un pesticida para combatir la posible presencia de la palomilla en la zona del cañón la roja, ya que esta zona esta libre de esta plaga que afecta al cultivo del manzano en su desarrollo y producción.

3.5. Descripción de Materiales

3.5.1. Material Vegetativo

El material vegetativo utilizado fueron de 27 árboles de aproximadamente 14 años de edad, de la variedad Golden Delicious.

3.5.2. Fertilizantes

Se utilizaron fertilizantes químicos que contenían los elementos Fe como el Sulfato ferroso ($\text{SO}_4\text{Fe}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$) y el otro que contenía Mn como es el Kelatex manganeso al 9% con agente quelatante (E.D.T.A), el ($\text{SO}_4\text{Fe}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$) fue aplicado directamente al suelo; en tanto que el fertilizante que contenía Mn fue aplicado foliarmente.

Sulfato ferroso ($\text{SO}_4\text{Fe}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 153.8 y 230.7 g.

Kelatex manganeso 9.9 y 15.0 g.

También se aplicaron al suelo de manera uniforme los fertilizantes requeridos por las plantas en su ciclo vegetativo normal , con una dosis de fertilización 50-50-50, la cual se utilizaron las fuentes siguientes:

Urea (46-0-0) 85.67 Kg/ha.

Sulfato de Potasio (50-0-0-18) 100.00 Kg/ha.

Fosfato Monoamonico (11-50-0) 96.15 Kg/ha.

3.6. Descripción de los Tratamientos

La fertilización se realizo tomando tres niveles para cada tratamiento.

Sulfato ferroso 0, 30 y 45 mg/kg (ppm).

Kelatex manganeso 0, 60 y 90 mg/kg (ppm).

Cuadro 2.- Distribución de la dosis de fertilización en los tratamientos.

Tratamientos	Fe/Mn	Tratamientos	Fe/Mn	Tratamientos	Fe/Mn
1	0 - 0	4	30 - 0	7	45 - 0

2	0 - 60	5	30 -60	8	45-60
3	0 - 90	6	30-90	9	45-90

Resultando nueve combinaciones y uno de ellos se utilizo como testigo.

La descripción de los tratamientos resultantes, se muestra en el cuadro 3 y los tratamientos resultantes se observan en el cuadro 4.

Cuadro 3. Especificación de tratamientos.

Factores	Niveles	Dosis (mg/Kg)	Simbolos
A Fe	1	0	A1
	2	30	A2
	3	45	A3
B Mn	1	0	B1
	2	60	B2
	3	90	B3

Cuadro 4. Tratamientos resultantes.

T1 A1 B1(T)
T2 A1 B2
T3 A1 B3
T4 A2 B1
T5 A2 B2
T6 A2 B3
T7 A3 B1
T8 A3 B2
T9 A3 B3

3.7. Diseño Experimental y Distribución de los Tratamientos

Para el análisis estadístico del presente trabajo se utilizó un diseño experimental, con distribución completamente al azar.

Al combinar los factores en estudio resultaron 9 tratamientos con tres repeticiones convencionales los que al momento de la aleatorización se distribuyeron de la siguiente manera cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución de los tratamientos.

Numero de Arbol	dosis Fe/Mn	Numero de Arbol	dosis Fe/Mn	Numero de Arbol	dosis Fe/Mn
1	0 - 0 (Test)	11	0-0 (Test)	21	0-00(Test)
2	0 - 60	12	0-60	22	0-60
3	0 - 90	13	0-90	23	0-90
4	30-0	14	30-0	24	30-0
5	30-60	15	30-60	25	30-60
6	30-90	16	30-90	26	30-90
7	45-0	17	45-0	27	45-0
8	45-60	18	45-60	28	45-60
9	45-90	19	45-90	29	45-90

3.8. Modelo Estadístico

$$y_{ij} = M + t_i + E_{ij}.$$

i = 1,2,,, tratamientos

j = 1,2...r1 repeticiones.

3.9. Evaluación de los Tratamientos

3.9.1. Mediciones al Suelo

Se realizaron tres muestreos al suelo: El primero se realizó el día 25 de enero de 1997, en toda el área de estudio, el muestreo se hizo al azar, obteniéndose un total de 6 kg de suelo, luego se mezcló para obtener 3 kg de suelo homogéneo, representativo del área experimental. El segundo muestreo se realizó el día 21 de abril de 1997, muestreándose cada unidad experimental y obteniéndose una muestra representativa de cada unidad . El tercer muestreo se realizó el día 20 de septiembre de 1997, el día de cosecha, siguiendo el mismo proceso que en el segundo muestreo.

El muestreo de suelo se realizó con el fin de determinar las características Físico - Químicas antes de las aplicaciones de los productos Químicos (Fe/Mn), y observar su comportamiento después de la primera aplicación de Hierro y Manganeso antes de la aparición del follaje u hojas de los manzanos; y el ultimo muestreo, con el fin de ver el comportamiento después de la cosecha en el cultivo, cabe mencionar que el Manganeso se aplicó dos veces, antes de la aparición de las hojas y después de la aparición del fruto en estado canica.

Cuadro 6. Metodologías utilizados para cada parámetro en los análisis de suelos.

Parámetros	Metodología
Nitrógeno Total (N)	Calculo
Fósforo (P)	Olsen

Potasio (K)	Cobaltinitrito de Sodio
Calcio (Ca)	Volumetria
Magnesio (Mg)	Volumetria
Hierro (Fe)	Hach
Manganeso (Mn)	Hach

3.10. Determinaciones a la planta

3.10.1. Determinación de Clorofila

El contenido de clorofila en las hojas de los manzanos se realizó con la toma de hojas de cada uno de los arboles, en la parte media de los arboles; ya que en esta zona es donde se concentra la mayoría de este pigmento. Por el método: determinación cuantitativa de las clorofilas.

3.10.2. Determinación de hierro (Fe) y Manganeso (Mn).

Para la determinación de estos elementos en el cultivo del manzano, fue necesario hacer los análisis foliares, por medio del Método de Cenización.

Para esto fue necesario coleccionar hojas del manzano, a cada uno de los arboles del experimento. Dichos análisis fueron hechos a mediados de agosto, fecha recomendable para hacer los análisis de ambos elementos en el cultivo del manzano.

3.11. Características que se Evaluaron al Cultivo

3.11.1. Rendimiento 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 número de frutos por categoría.

Primero se obtuvo el peso total para cada tratamiento, esto se hizo en el campo al momento de la cosecha , con una báscula previamente calibrada.

Posteriormente se seleccionó la manzana por categorías y se obtuvo el peso de cada una de ellas. Las medidas de los diámetros que se utilizaron para la clasificación por categorías fueron las siguientes.

Cuadro 7. Medidas de las manzanas por categorías.

Categorías	Diámetros
Extras	Mayor de 6.7 cm.
Primeras	6.2 – 6.6 cm.
Segundas	5.5 – 6.1 cm.
Terceras	Menor de 5.5 cm.

3.11.2. Calidad de Fruto

Esta se obtiene con base en la selección al momento de la cosecha con la ayuda de las tablas seleccionadoras, para después de cada una de ellas, seleccionar cuatro manzanas para medir los grados brix y la resistencia de cutícula.

3.11.3. Grados Brix (°B).

La concentración de azúcares se analizó con la ayuda de un refractómetro. Por el método del refractómetro .Determinado a cuatro frutos representativos de cada uno de los tratamientos en sus respectivas categorías.

3.11.4. Resistencia de la Cutícula

Se determino con base en la evaluación que se hizo en el laboratorio mediante la utilización del penetrómetro, a los mismos cuatro frutos que se tomaron para la determinación de grados brix.

3.11.5. Crecimiento Longitudinal y Grosor de las Ramas

Para la determinación del crecimiento de las ramas se seleccionaron, los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste) con referencia al sol, para cada uno de los árboles; estas mediciones se hicieron cada 40 días, con el fin de determinar el grosor y la longitud y el efecto que tubo los nutrimentos aplicados, anteriormente mencionados.

Estas mediciones se hicieron con la ayuda de una regla de plástico de cien centímetros, para la medición de la longitud y un bernier de plástico para la medición del grosor.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Hierro (Fe) Planta y Suelo

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

Bajo distintas condiciones del suelo, pequeñas cantidades de hierro son liberadas durante la alteración debida a los agentes atmosféricos de los minerales primarios y secundarios, y parte es absorbida por las plantas. El contenido de hierro total no tiene valor en el diagnostico de las deficiencias en el hierro, de hecho, ninguna prueba adecuada ha sido desarrollada para este propósito. Las deficiencias en hierro son proporcionadas en algunos suelos calcáreos y algunos casos, un alto nivel de fósforo del suelo ha sido relacionado a la clorosis férrica

Los resultados obtenidos al analizar las plantas, se reportan en el cuadro 8, mismos que se grafica en la figura 2, donde se puede observar y constatar que los tratamientos con alto contenido de Fe fueron, T5(30-60), T7(45-0), T8(45-60) y T9(45-90) con una dosis de fertilización en, Fe y Mn respectivamente; cabe mencionar que el T5, es la única que sobresale de los 4 tratamientos más altos.

Así también se observa por el contrario que el tratamiento que tuvo poca asimilación fue T2(0-60).

Cabe mencionar que el tratamiento T2, resultó un poco alto que el testigo T1 (0-0).

Se observa además en la figura 2, que el contenido de Fe en la planta aumenta conforme; aumenta la dosis de manganeso con cero de aplicación de Fe y se estabiliza en la interacción Fe/Mn; esto quiere decir que para corregir la clorosis férrica es necesario aplicar el hierro (Fe) en combinación con el manganeso (Mn), ya que el hierro puede estar disponible en el suelo, pero tal vez no pueda ser absorbida por la planta, ya que no está en la forma asimilable por la planta.

La razón por la cual el T5 sobresale, es de que existe una tendencia de una relación 1:2, esto se debe a que es más necesario el Mn que el Fe, ya que esencialmente la planta no presenta de requerimientos de Fe; que se

puede deber a la presencia de óxidos, pero no es la cantidad requerida por la planta por lo que se presenta la diferencia. u ocurre lo que Agustín (1995) menciona.

En la Figura 3 se gráfica los valores del hierro en el suelo en mg/kg (ppm), mismos que se presentan en el cuadro 9, donde se puede observar y constatar que los tratamientos más altos son T3(0-90), T6(30-0) y T9(45-90), sobresaliendo el T6 (30-90).

Por el contrario los tratamientos con menor contenido de Fe son el T2(0-60) y T5(30-60), muy por debajo del testigo, los demás tratamientos se mantuvieron al nivel del testigo.

Mencionándose que el hierro puede estar disponible en el suelo para la planta cuando se aplica una dosis de Mn de 90 mg/kg y es más aprovechado cuando se tiene una interrelación de 30-90 ppm de Fe/Mn respectivamente.

Los tratamientos T2, T4, T5, T7 y T8, de la figura 3, son los que presentan menor concentración de Fe, en el suelo, esto se debe a que el Fe, fue aprovechado por la planta, principalmente los que se les aplicó Mn, con una dosis de 60 mg/Kg, formando un cinergismo, con el Fe.

Por el contrario sucedió con los tratamientos que se aplicó, dosis de 90 mg/kg. de Mn, lo cual antagonizo al Fe en el suelo. Esto no quiere decir que el

Mn con esta dosis, sea tóxico, pero inhibe la acción del Fe, existente o aplicado al suelo. Esto quiere decir que existe Fe en el suelo, pero no está en la forma asimilable para la planta, lo cual es inhibido por el calcio. Con esto se comprueba lo que menciona Loué (1988).

Cuadro 8. Valores de Fe/Mn en la planta en mg/kg (ppm).

Tratamientos	Fe mg/kg	Mn mg/kg
0-0	80	78.3
0-60	112	91.6
0-90	141.3	80
30-0	155	86.8
30-60	175	91.3
30-90	161.6	96
45-0	167.6	107.3
45-60	165	81.6
45-90	165	95

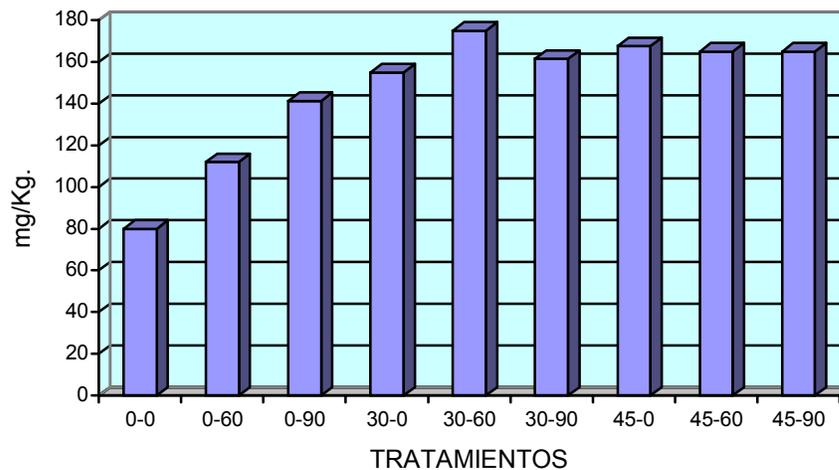


Figura 2. Representación gráfica de la concentración de hierro (Fe) en la planta de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

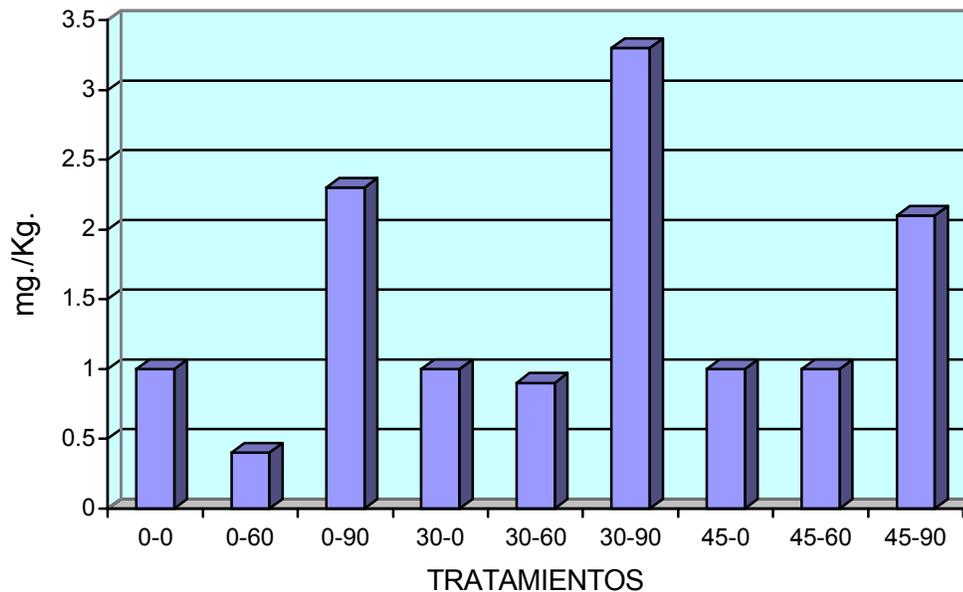


Figura 3. Representación gráfica de la concentración de hierro (Fe) en el suelo de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

4.2. Manganeso (Mn) en la Planta y en el Suelo

Fuentes. (1983), menciona que el manganeso no forma parte de la clorofila, pero su presencia es imprescindible para su formación. Actúa también como catalizador en muchos procesos enzimáticos. Se absorbe bajo la forma de ion manganeso (Mn^{++}). El comportamiento del manganeso en el suelo es bastante complejo. Este se puede presentar como: ion asimilable, asociado con el Fe en formas insolubles, formando sales pocos solubles, especialmente en suelos alcalinos y asociados con el humus en complejos orgánicos.

En el cuadro 8 , se reporta los valores de Mn en la planta, en mg/Kg, las cuales están graficadas en la figura 4 .

Se puede constatar que el tratamiento con mayor contenido de Mn es el T7(45-0) ; por el contrario los tratamientos con menor contenido de Mn son el T3(0-90) y T8(45-60) , un poco más alto que el testigo T1 (0-0).Manteniéndose estable en los tratamientos T6 (30-90) y T9(45-90), donde se puede comprobar que la dosis establecida de aprovechamiento del Mn es de 90 mg/kg.

La razón por el cual el T7, tiene mayor contenido de Mn, es de que fue aprovechada por la planta, cuando la dosis es de 45 mg/Kg de Fe, pero disminuye la concentración, cuando también se aplica Mn, en combinación con el Fe, lo que sucedió en los T8 yT9, lo cual significa que existe Mn en el suelo, y esto se comprueba con el testigo T1(0-0); y esto se debe a que existe un exceso de calcio en el suelo y además de ser poco móviles. Como lo mencionan Henry y Rodolph, (1976).

En el cuadro 9 se presentan los valores de Mn en el suelo en mg/Kg, los cuales estan graficados en la figura 5.

Se puede ver en la gráfica que los tratamientos con mayor contenido de Mn son: T3(0-90) y T6(30-90). Por el contrario los tratamientos con menor contenido de Mn en el suelo son: el T2(0-60), T4(30-0), T7(45-0) y T9(45-90) muy por debajo del testigo.

Observándose que los tratamientos mencionados al ultimo, que tiene menor de 1.2 mg/Kg, de Mn en el suelo. Lo cual significa que fueron aprovechados por las plantas, esto sucedio cuando se aplico 60 mg/kg de Mn, así también cuando se aplicó 30 y 45 mg/kg de Fe, estas dosis son individuales, pero también es aprovechada cuando la interacción Fe/Mn es de 45-90. Esto significa que en altas dosis el Mn es antagonizado por el Fe ó por el Calcio, por su poca movilidad, y también para corregir la deficiencia de Mn en el suelo, la dosis adecuada en la interacción es de 45-90 mg/kg de Fe/Mn.

Cuadro 9. Valores de Fe/Mn en el suelo en mg/kg (ppm) .

Tratamientos	Fe mg/kg	Mn mg/kg
0-0	1	2.1
0-60	0.8	0.8
0-90	2.3	4
30-0	1	1.1
30-60	0.9	3.2
30-90	3.3	4.1
45-0	1	1.1
45-60	1	2.4
45-90	2.1	0.8

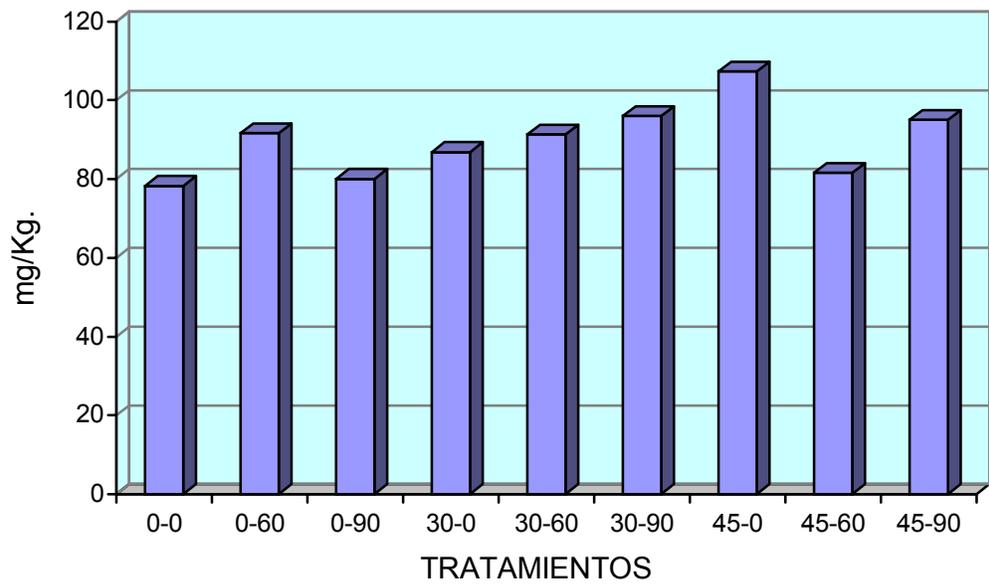


Figura 4. Representación gráfica de la concentración de Manganese (Mn) en la planta de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

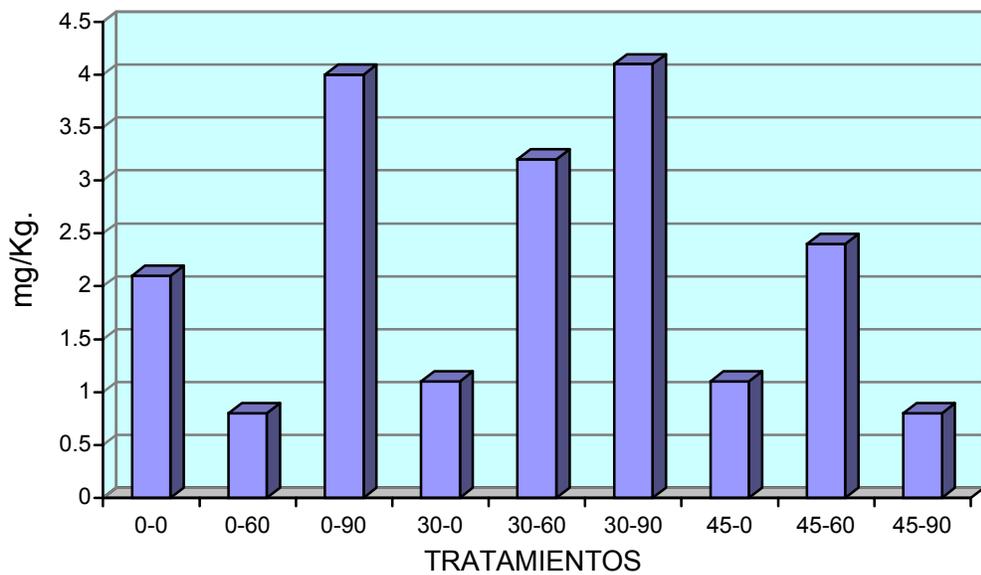


Figura 5. Representación gráfica de la concentración de Manganese (Mn) en el suelo de manzano, del Cañón la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

4.3. Interacción de Fe/Mn en Suelo y Planta

Enrique Ortega. (1978), menciona que la relación de estos dos micronutrientes se encuentran interrelacionados en sus funciones metabólicas, la efectividad de una está determinada por la presencia proporcionada del otro; es así como se ha observado en suelos ácidos con alto contenido de manganeso aprovechable, clorosis acentuada en las plantas; esta interacción se explica como reducción en la eficiencia de traslocación del hierro de las raíces a las partes aéreas en presencia de altos contenidos de manganeso.

En las figuras anteriores (2,3,4,y 5) las mejores interacciones Fe/Mn los tratamientos que mejor respondieron en la planta son: T5 (30-60) T6 (30-90) y T9 (45-90) con una dosis de fertilización en Fe/Mn respectivamente . comparados con el testigo T1 (0-0), que se comportaron al mismo nivel tanto en el contenido de Fe como en Mn.

Cabe hacer mención que el tratamiento T5, es el que obtuvo mayor contenido de hierro(Fe), comparados con los otros tratamientos correlacionados que superaron al testigo y en cuanto al contenido de manganeso (Mn) fue menor a comparación con los demás tratamientos anteriormente mencionados, pero superando también al testigo. Contradiendo de cierta forma a lo que menciona Loué (1988).

Con respecto a la interacción de Fe/Mn en el suelo, el tratamiento que mejor respondió es el T6 (30-90); superando el contenido de Mn, al del Fe, comparado con el testigo. A diferencia con el tratamiento T9(45-90), que el contenido de Mn disminuye cuando la dosis de aplicación de Fe es de 45 mg/kg y la dosis de Mn es de 90 mg/kg, caso contrario sucede cuando la dosis es de 45 mg/kg de Fe y 60 mg/kg de Mn , esto quiere decir que conforme se mantenga la dosis de 45 mg/kg de Fe, la dosis de Mn no debe superar el 60 mg/kg de Mn, ya que de esta forma aumenta el contenido de Mn en el suelo.

También es importante mencionar para el tratamiento T5(30-60), que el contenido de Mn aumenta y supera mucho, cuando tiene una dosis de 30 mg/kg (ppm) de Fe y 60 mg/kg (ppm) de Mn a diferencia al tratamiento T6 (30-90), que se mantuvieron casi en el mismo nivel superando un poco el contenido de Mn al del Fe, pero se puede decir que cuando aplicamos una dosis de 90 ppm de Mn aumenta el contenido de Fe en el suelo, la cual es uno de los problemas existentes en los suelos del sitio experimental; de que si hay Fe en el suelo, pero el problema es de que no esta disponible en la forma que la planta la pueda absorber.

5.4. Calcio (Ca)

Alvarez (1988) indica que el manzano no es muy exigente en cuanto al Calcio, pero hace referencia que es un elemento que favorece al desarrollo, calidad del fruto y su contenido de azúcar, e interviene en la maduración del

leño, da mayor resistencia al ataque de insectos, aumenta la coloración y conservación de la manzana y disminuye el riesgo de la mancha amarga o acorchado (biter-pitt).

En el cuadro 10, se presentan los valores de calcio (Ca) en el suelo en mg/kg; dichos valores se encuentran graficados en la figura 6.

Se observa que el tratamiento con mayor concentración de Ca en el suelo es el T6 (30-90), caso contrario sucede con los tratamientos que tuvieron menor concentración que son: T3(0-90), T5(30-60), y T8(45-90), cabe mencionar que estos tratamientos están muy por debajo del testigo.

También en la gráfica nos muestra que el tratamiento T7 (45-0) superó un poco al testigo ; pero muy por debajo del T6 (30-90), esto muestra que el Ca, es asimilado cuando se aplica una dosis de 30 ppm de Fe y 90 ppm de Mn , o también como el caso del T7 (45-0), o cuando no se aplica nada como el caso del testigo T1(0-0), ya que el T1 supero a los tratamientos restantes mencionados anteriormente.

Además se puede observar en las gráficas, que con la aplicación de 60 mg/kg de Mn sin la aplicación del Fe, asimila más que cuando la dosis es de 90 mg/kg de Mn sin Fe, sucede lo mismo cuando la dosis de aplicación es de 30 y 45 mg/kg de Fe sin el Mn, superando un poco al T2(0-60).Esto nos indica que

cuando el Fe/Mn se correlacionan la asimilación del Ca disminuye, excepto cuando la dosis de fertilización es (30-90) mg/kg de dichos micronutrientes.

En el caso del T3, se puede observar que existe menos concentración de Ca en el suelo, esto se debe a que fue aprovechado por la planta, al antagonizar tanto al Fe, como al Mn en el suelo, cuando se aplica una alta dosis de Mn (90 mg/kg), esto se puede observar en las figuras 3 y 5 del mismo tratamiento. Esto corrobora lo que menciona Loué (1988).

Cabe hacer mención que los suelos de la región del sitio experimental, cuentan con una deficiencia de 94% de Ca, según Cepeda y Ramírez (1993). El calcio que existe en el suelo no se encuentran en forma asimilable para el cultivo, una forma de que este elemento sea asimilable, es necesario aplicar Mn foliarmente, y de esta manera participar en el mejoramiento de la calidad de la fruta como lo menciona, Alvarez (1988).

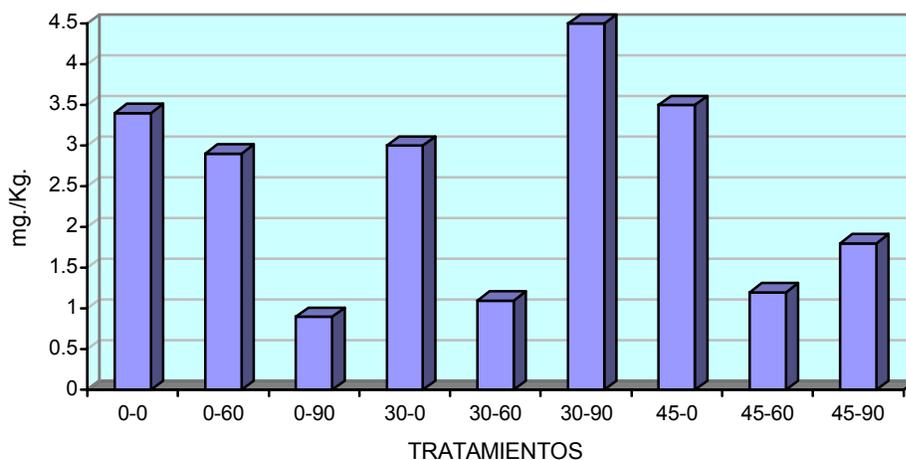


Figura 6. Representación gráfica de la concentración de Calcio (Ca) en el suelo de manzano, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

5.5. Magnesio (Mg)

Rodríguez S.F.(1996), menciona que el magnesio es absorbida por la planta en su forma catiónica (Mg^{++}), ingresa en el interior de las células participando en distintas funciones y constituciones moleculares, estas son:

- Forma parte de la molécula clorofila, molécula que produce la síntesis de los hidratos de carbono a partir de la energía luminica y el Co_2 de la atmósfera, constituyendo el 2.7% del peso total de esta molécula.
- Constituyente de los pectatos (de Ca y Mg) de las laminillas medias de las células; es abundante el magnesio en las semillas, tejidos meristemáticos y frutos.
- Entra en la constitución molecular de 15 enzima del grupo de las sintetizadoras de polipéptidos, las transfosforilasas y descarboxilasas.

Interviene en la síntesis de los aceites vegetales.

El magnesio se encuentra en el suelo en forma catiónica, compitiendo con el potasio (K) y el manganeso (Mn^{++}).Esta competencia iónica, cuando hay un exceso de K, disminuye la absorción de Mg; en cambio, cuando existe un exceso de magnesio disminuye la absorción de manganeso (el cual en elevadas concentraciones puede llegar a ser tóxico).

En el cuadro 10 se reportan los valores de Magnesio en el suelo en mg/kg, los cuales son graficados en la figura 7.

Mostrándose que el tratamiento con mayor concentración de Mg en el suelo es el T7 (45-0), caso contrario son los tratamientos que tuvieron menos asimilación de Mg comparados con el testigo son: T2 (0-60), T3(0-90), T4(30-0), T5(30-60), T8(45-60) y, T9(45-90). Cabe mencionar que estos tratamientos están muy por debajo comparados con el testigo.

También cabe mencionar que el tratamiento T6 (30-90) se mantuvo en el mismo nivel que el testigo, lo cual quiere decir que de nada sirve aplicar esta dosis ya que tiene resultados similar.

En tanto aplicar el 45 ppm de Fe, sin el Mn la diferencia de 0.5 mg/kg (ppm) , que no aplicar nada; para el caso del estudio del magnesio .

En los tratamientos que tuvieron menor concentración de Mg en el suelo, significa que fueron aprovechados por la planta; una de las causas que pudo transformar el Mg en el suelo en forma asimilable para la planta; es el exceso de concentración de Mn, en el suelo, como se puede observar en el T3 de la figura 5.

Tanto el Ca y el Mg, participan directamente con el mejoramiento de la calidad de la fruta, como lo mencionan, Rodríguez (1996) y Alvarez (1988).

Cuadro 10. Valores de Calcio y Magnesio en el suelo en mg/kg (ppm).

Tratamientos	Ca mg/kg	Mg mg/kg
0-0	3.4	4.68
0-60	2.9	3.12
0-90	0.9	1.04
30-0	3	3.64
30-60	1.1	2.08
30-90	4.5	4.68
45-0	3.5	5.2
45-60	1.2	1.04
45-90	1.8	1.04

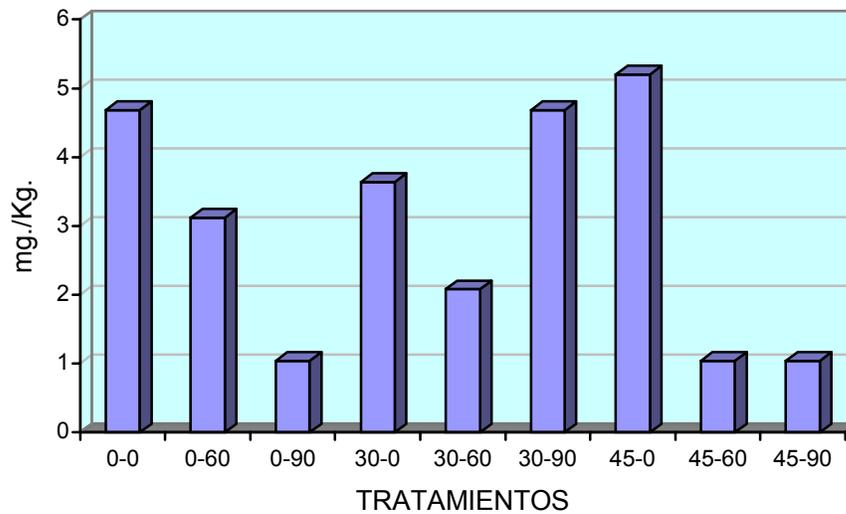


Figura 7. Representación gráfica de la concentración de Magnesio (Mg) en el suelo de manzano, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

4.6. Clorofila Total

Tamhane (1983), mencionan que desde hace muchos años se ha sabido que las plantas son capaces de absorber elementos esenciales a través de las hojas. La absorción tiene lugar mediante las estomas de las hojas y también a través de la cutícula de la hoja. de ordinario, el movimiento de los elementos es más rápido a través de las estomas, pero la absorción total puede ser la misma a través de la cutícula. Tanto las plantas leñosas como las plantas herbáceas son también capaces de absorber nutrimentos a través de la superficie de sus tallos o troncos.

Los siguientes elementos se han utiliza con éxito para suministrar nutrimentos para el desarrollo de las plantas; para aplicarlos, se rociaron sobre las hojas; nutrimentos primarios (N, P, K), secundarios (Ca, Mg, S), y microelementos (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo).

En el cuadro 11 se presentan los valores medios de clorofila total en la planta en mg/gr, y en la figura 10 se encuentran graficadas, y los valores por tratamientos y repeticiones están en el cuadro (11a) del apéndice.

Se observa que el tratamiento que contiene mayor contenido de clorofila es el T2 (0-60), también se observa que el tratamiento que menor contenido de clorofila obtuvo es el T3 (0-90), cabe mencionar que este tratamiento estuvo arriba del testigo.

Con respecto a la interacción Fe/Mn el tratamiento que mejor actúo es el T5 (30-60). Se puede decir que el manganeso (Mn), actúa mejor solo sobre la clorofila, con una dosis de 60 mg/kg (ppm), que combinada con el hierro (Fe).

Uno de los fundamentos que se puede asegurar, que el Mn desarrolla un papel directo en la fotosíntesis de la clorofila, como lo menciona, INPOFOS (1988), con respecto al T2, también se puede corroborar en la figura 4, en el contenido de Mn en la planta, del mismo tratamiento, es la que sobre sale.

Cuadro 11. Valores medio de clorofila total en mg/gr, para el cultivo del manzano, en el cañón de la roja, Arteaga, Coah. 1997.

Tratamientos	mg/gr
0-0	1.5687
0-60	2.2677
0-90	1.6422
30-0	1.9926
30-60	2.0403
30-90	1.8503
45-0	1.8742
45-60	1.8373
45-90	1.9713

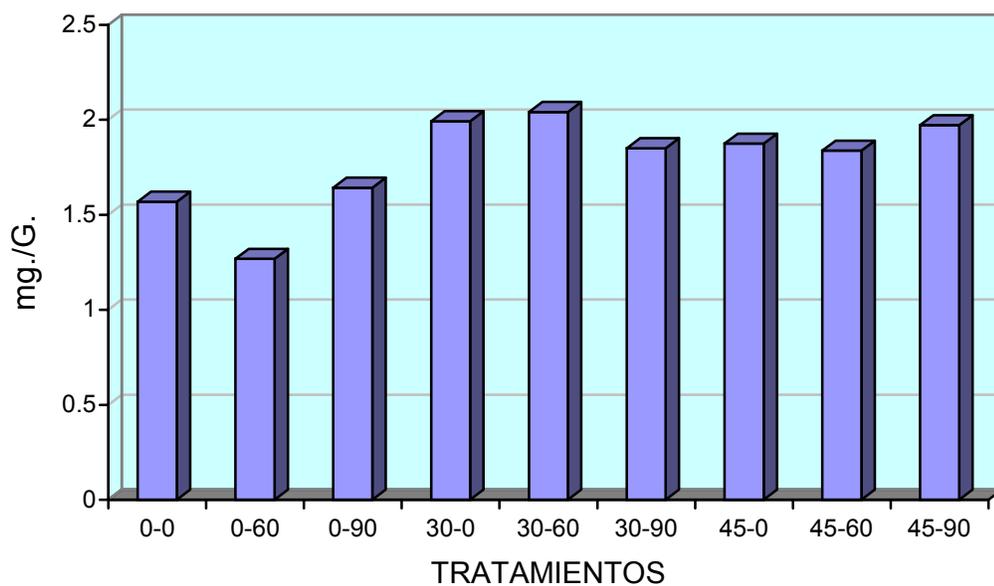


Figura 8. Representación gráfica del contenido total de Clorofila en la manzano, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

4.7. Firmeza del Fruto

En el cuadro 12, se presenta los valores medios de resistencia a la penetración en la fruta en Kg/cm², mismos que son graficados en la figura 9; los valores para cada tratamiento se encuentran en el cuadro (12a) del apéndice.

Se puede observar en la gráfica, que los tratamientos se comportaron dentro de la media de 8.50 - 11.76 Kg/Cm².

Se puede observar además en la gráfica 9, que los tratamientos que tuvieron mayor resistencia a la penetración en la cutícula del fruto fueron el T6 (30-90), T7(45-0), T8(45-60), y T9(45-90), superando el T6 a los 3 tratamientos restantes .Por el contrario los tratamientos que estuvieron muy por debajo del testigo son: T4(30-0) y T5(30-60).

Esto significa que entre mayor dosis de Mn se aplique al cultivo y que la dosis de Fe no disminuya ni aumente de 30 mg/kg (ppm), la firmeza del fruto será mejor y la conservación del mismo será por mayor tiempo.

El T6, se puede observar que tiene mayor resistencia a la penetración, presentando una tendencia de una relación de 1:3, de Fe/Mn, de esta forma tiende que el calcio que se encuentran en el suelo, de una forma no disponible para la planta, pase de un estado asimilable para la planta, y pueda ser aprovechado, dándole una mayor resistencia a la penetración y mayor tiempo de conservación de la fruta, como lo menciona Alvarez (1988).

Cuadro 12. valores medio en la Firmeza en la Cutícula de la manzana en Kg/Cm², en el Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila. 1997

Tratamientos	Kg/Cm ²
0-0	8.68
0-60	9.68
0-90	8.87
30-0	8.61
30-60	8.50
30-90	11.76
45-0	10.32
45-60	10.28

45-90	10.72
-------	-------

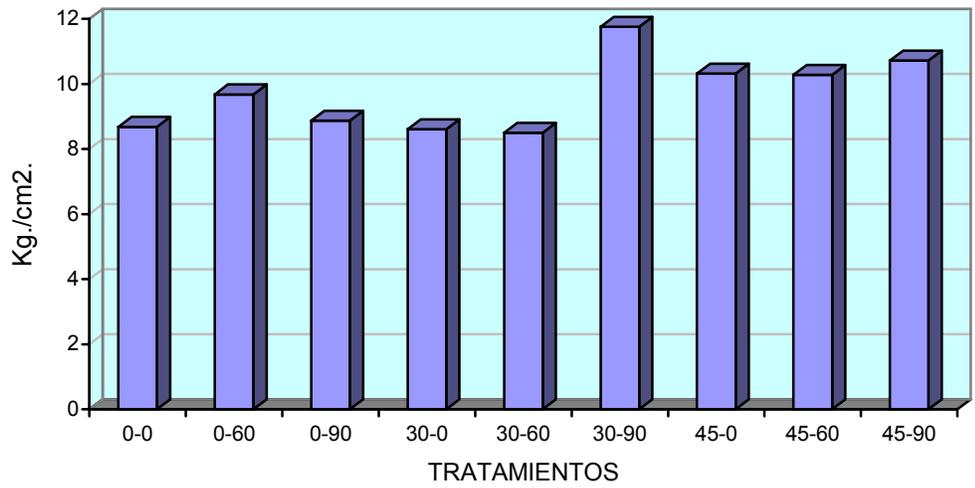


Figura 9. Representación gráfica de la firmeza en la cutícula de manzana, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

5.8. Grados Brix (°B)

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

En el cuadro 13 se reportan los valores medios del contenido de azúcares en la manzana, en grados brix (°B), los cuales son graficados en la figura 10, cuyos valores por tratamientos se encuentran en el cuadro (13a), del apéndice.

La media del contenido de azúcar en los tratamientos fluctuaron entre 8.61-13.94 (°B).

Se puede constatar que el tratamiento que mayor contenido de azúcar obtuvo es el T2(0-60), superando por 0.44 °B al testigo, ya que los tratamientos T5(30-60), T6(30-90), T7(45-0), T8(45-60) y T9(45-90), los cuales se mantuvieron casi en el mismo nivel que el testigo; caso contrario con los tratamientos T3(0-90),y T4(30-0),que se mantuvieron muy por debajo al testigo.

Con respecto a la interacción Fe/Mn el tratamiento que obtuvo mayor contenido de azúcar fue el T6 (30-90), la cual fue superado por 0.06 por el testigo y 0.50 por el T2(0-60).

Los tratamientos que presentaron menor contenido de azúcares son: T3 y T4, estos tratamientos coinciden en las figuras 3 y 5. Lo cual nos da a entender que el exceso de Mn, antagoniza al Fe y de esta forma la planta no lo asimila y no participan mucho en la fotosíntesis, y de esta manera disminuye el contenido de azúcares en la fruta.

Cuadro 13. Valores medios en el contenido de azúcares en la manzana (grados brix (°B), en el Cañón la Roja , Arteaga, Coah. 1997.

Tratamientos	Grados Brix (°B)
0-0	13.50
0-60	13.94
0-90	8.88
30-0	8.61
30-60	13.25
30-90	13.44
45-0	13.34
45-60	13.11
45-90	12.88

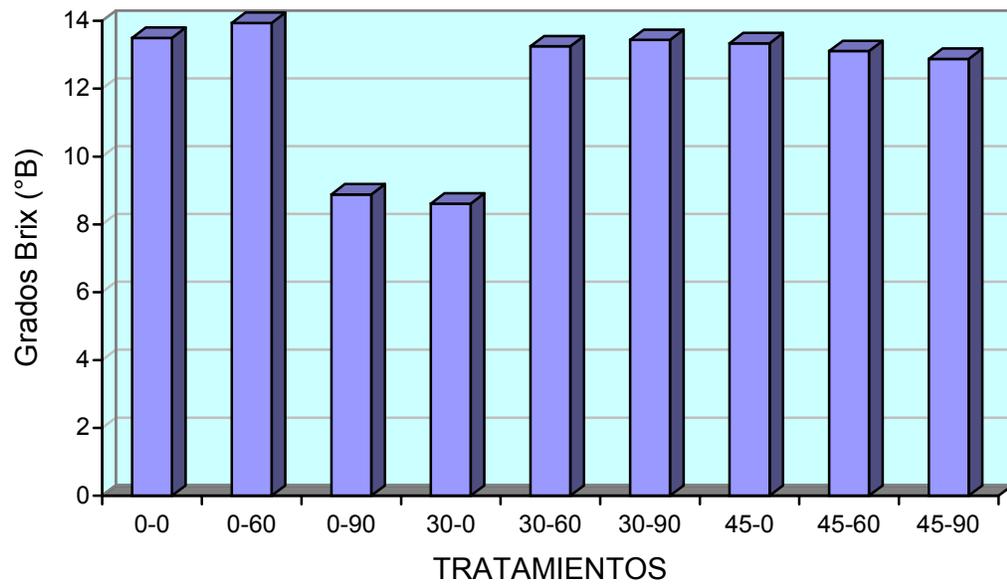


Figura 10. Representación gráfica del contenido de azúcares en la manzana, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

5.9. Producción Total

En el cuadro 14, se presentan los valores medios de la producción total, los cuales se presentan graficadas en figura 11, donde también se muestran los valores por tratamientos en el cuadro (14a) del apéndice.

Además en la figura 11, se observa que los tratamientos con mayor producción son: el T8 (45-60), y T9 (45-90) con una producción de, 14.59 y 11.95 ton/ha, respectivamente. Por otro lado los tratamientos que tuvieron baja producción son el T2 (0-60), T5 (30-60) y T6(30-90), con una producción de 4.20, 5.20 y 7.05 ton/ha respectivamente.

Con respecto a la interacción Fe/Mn los tratamientos que obtuvieron mayor producción son el T8(45-60), y T9 (45-90) con una producción de 14.59, y 11.95 ton/ha respectivamente; caso contrario con el T6(30-90) que tuvo una producción de 7.05 ton/ha, comparado con el testigo T1(0-0), con una producción de 9.65 ton/ha.

Es importante señalar que el tratamiento que ofrece buena producción en una huerta rústica es el T8(45-60) de Fe/Mn, respectivamente.

Cuadro 14. Valores medios de producción total de la manzana en ton/ha, en el Cañón la Roja, Arteaga, Coah. 1997.

Tratamientos	Ton/Ha
0-0	9.65
0-60	4.20
0-90	10.80
30-0	9.60
30-60	5.25
30-90	7.05
45-0	10.70
45-60	14.59
45-90	11.95

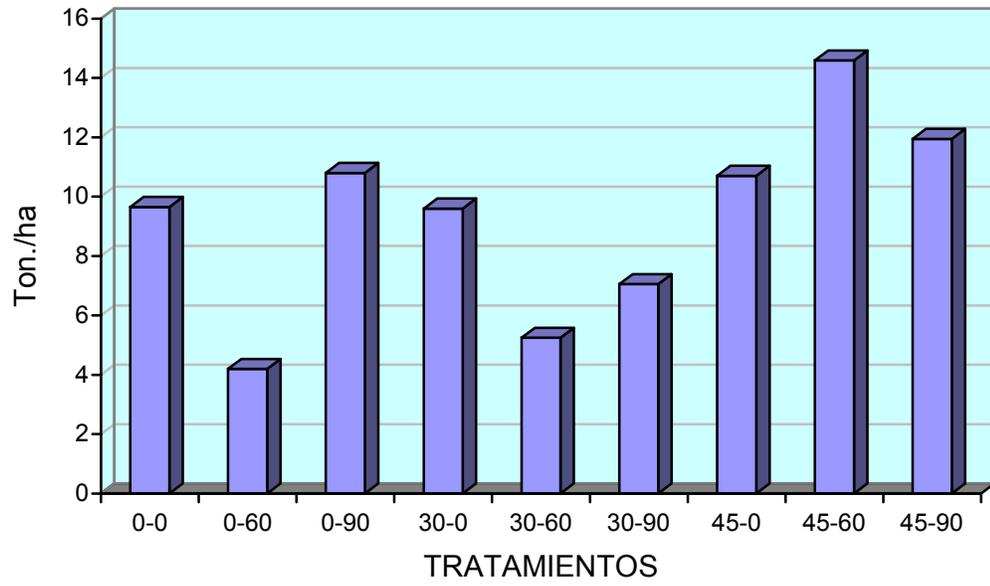


Figura 11. Representación gráfica de la producción total de manzanas por cada tratamiento, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

4.10. Calidad del Fruto

Para la discusión de, esta variable fue necesario dividirla en cuatro categorías, para dar a conocer en forma más detallada los resultados de cada categoría, es decir, en Extras, primeras, segundas y terceras. Los cuales se reporta en el cuadro 15, los cuales se ven graficados en la figura 12; los valores por repeticiones se encuentran en el cuadro (15a), del apéndice.

4.10.1. Extras

Se puede observar que el tratamiento que mejor se comportó para esta variable es el T3(0-90), con una producción media de 3.050 ton/ha. Por otro lado el de menor producción fue el tratamiento T2(0-60) , con un promedio de 0.7665 ton/ha; muy por debajo del testigo T1(0-0) con 2.500 ton/ha de producción.

Con respecto a la interacción Fe/Mn el tratamiento que mejor se comportó fue el T8(45-60) con una producción de 2.553 ton/ha. Caso contrario sucedió con el T5(30-60) que obtuvo una producción de 1.754 ton/ha.

4.10.2. Primeras

Se puede observar que el tratamiento que sobresale es el T8(45-60), cuya producción fue de 4.075 ton/ha.

Caso contrario sucedió con el T2(0-60) y una producción de 1.000 ton/ha, muy por debajo del testigo T1(0-0) con 1.525 ton/ha.

Con respecto a la interacción Fe/Mn el tratamiento que sobresale fue el T8(45-60) anteriormente mencionado, por el contrario el tratamiento que menor producción tuvo en esta interacción fue el T6(30-90), con una producción de 1.358 ton/ha, superado por el testigo.

Se puede decir que comparado con la variable anterior, con respecto a la interacción Fe/Mn, que con el tratamiento T8(45-60) se obtiene una mejor calidad de fruto; así también con una mayor producción.

4.10.3. Segundas

Para esta variable podemos observar que el tratamiento que mejor producción obtuvo fue el T5(30-60) y el T8(45-60), con una producción de 3.4955 y 3.433 ton/ha respectivamente; por el contrario sucede con el T6(30-90), con una producción de 1.908 ton/ha superado por el testigo T1(0-0) con una producción de 1.6415 ton/ha.

Con respecto a la interacción de Fe/Mn los tratamientos que mejor producción obtuvieron son el T5(30-60) y T8(45-60) anteriormente mencionados. Cabe mencionar que no se obtuvo una baja producción en la interacción ya que se superó al testigo. Sin dejar de mencionar que el T8(45-60) sigue manteniendo buena producción en esta variable.

4.10.4. Terceras

Esta variable nos podrá permitir observar el contraste que existe con referencia a las otras tres variables entre los tratamientos.

Se observa que el tratamiento que mejor producción obtuvo fue el testigo T1(0-0), con una producción de 1.604 ton/ha. y el tratamiento que menor producción obtuvo fue el T8 (45-60), con 0.4885 ton/ha de producción .

Con respecto a la interacción Fe/Mn el tratamiento que mayor producción tuvo fue el T6(30-90) con una producción de 1.400 ton/ha; y el tratamiento que menos producción obtuvo fue el T8(45-60), anteriormente mencionado. Esto nos muestra que el Tratamiento T8(45-60), es la que funciona mejor en las categorías de extras, primeras y segundas en la producción, contribuyendo así en la calidad.

Cuadro 15. Valores medios en producción por categorías en ton/ha, de manzanas en el Cañón la Roja, Arteaga Coah. 1997.

Tratamiento Fe - Mn	Extras (Ton/Ha)	Primeras (Ton/Ha)	Segundas (Ton/Ha)	Terceras (Ton/Ha)
0-0	2.500	1.525	1.641	1.604
0-60	0.766	1.000	1.216	0.854
0-90	3.050	2.650	1.925	1.400
30-0	2.741	3.887	3.020	1.121
30-60	1.754	3.791	3.495	0.925
30-90	2.000	1.358	1.908	1.400
45-0	1.725	2.150	1.812	1.416
45-60	2.533	4.075	3.433	4.665
45-90	2.116	3.012	2.637	7.415

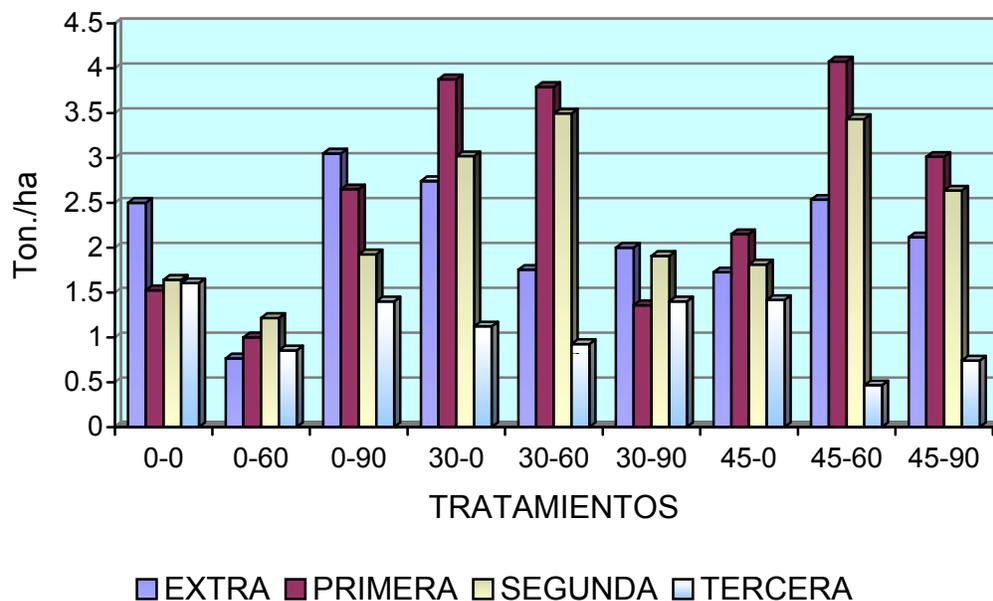


Figura 12. Calidad de la manzana por categorías, Cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila, 1997.

V. CONCLUSIONES

Con base en el análisis y discusiones u los resultados obtenidos, se derivan las siguientes conclusiones.

5.1. Con la aplicación de Fe/Mn, tanto al suelo como en la planta respectivamente, ayuda a la corrección de la clorosis férrica en el cultivo del manzano, para el mejor aprovechamiento (absorción) del hierro en el suelo, por la planta, en lugares con suelos calcáreos, ya que esto ayuda en la calidad del fruto; esto puede demostrarse en los análisis de clorofila en la planta.

El tratamiento con la mejor interacción Fe/Mn, fue el T5 (30-60); y también se puede decir que el Mn solo con una dosis de 60 mg/kg, actúa mejor, que combinada con el Fe.

5.2. Con la aplicación combinada de Fe/Mn al manzano no se observa mucha la diferencia en la firmeza de cutícula de la manzana, manteniéndose en un promedio de entre 8.50 -11.76 Kg/cm²; para todos los tratamientos.

5.3. Con la aplicación de estos nutrientes, no muestra significancia sobre el contenido de azúcar al aplicarlos juntos, sin embargo, se puede constatar que con la aplicación separada, el manganeso eleva el contenido de azúcar en la manzana, siempre y cuando no se eleve de los 60 mg/Kg., llegando hasta los 13.50 grados brix(°B).

5.4. La aplicación combinada de estos nutrimentos, para el cultivo del manzano, a una huerta sin el manejo técnico adecuado, generó una producción 14.59 ton/ha, con el tratamiento T8 (45-60) de Fe/Mn, respectivamente. Lo que demuestra la factibilidad de una producción económicamente aceptable.

5.5. Con respecto a la calidad que es, el objetivo principal en este trabajo, se observó lo siguiente:

La mejor calidad en cuanto a peso por categoría, también correspondió al T8 (45-60) con una dosis de fertilización combinada en Fe/Mn, respectivamente, ya que en la categoría de Extras se obtuvo un rendimiento de 2.553 ton/ha, y para la categoría de primeras de 4.075 ton/ha; en la categoría de segundas se obtuvo un rendimiento de 3.433 ton/ha y con respecto a las terceras fue el tratamiento que menos producción obtuvo.

5.6. Concretando la conclusión y de acuerdo a las hipótesis y objetivos planteados al principio; que con la aplicación combinada de Fe/Mn en suelo y planta respectivamente al cultivo del manzano, para el mejoramiento e incremento en la calidad de la manzana, que el mejor tratamiento fue el T8 (45-60) de Fe/Mn, respectivamente.

5.7. Por último a manera de la observación directa al cultivo, se detectó que durante la etapa fisiológica de la floración, este fenómeno se atrasó de 10 a 15 días comparados con los que no tuvieron la aplicación de manganeso.

VI. LITERATURA REVISADA

- Agustín, R, A. 1995. La fertilización al suelo y la concentración foliar de los microelementos (Zn, Fe, Mn, y Cu) en la papa (*Solanum Tuberosum* L.). Tesis de Licenciatura, Suelos. U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. 2a Edición. A.G.T. Editor .S.A. México D.F.
- Alvarez, R.S.1988. El Manzano. 5a Edición . Editorial Aedos,S.A. Barcelona, España.

- Barbosa, V, R. 1993. Uso Y Manejo de Fertilizantes Foliare. Monografia Para Obtener El Titulo de, Ing. Agrónomo En Suelos. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Brown, J, C. 1982. Summary f Symposium. Journal Of Plant Nutrition 5 (4-7), 987-1001. U.S.A.
- Calderon, A,E. 1983. La Poda de los Arboles. 3a Edición. Limusa. México.
- Cepeda ,D , J, M. 1983. Química de Suelos. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cepeda, C.A. 1981. Efecto de la Fecha de Recolección de Manzana (*Malus Silvestris* Hill) Sobre la Maduración en refrigeración. Tesis Licenciatura. Horticultura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Cepeda, S. N. Y F. D. Hernández, 1983. Revisión Bibliográfica de Enfermedades Asociados Al Cultivo del Manzano (*Pyrus Malas* L)., Boletín N.8, U.A.A.A.N, Buenmavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Davis,J, F. And Lucas, R, E. 1974. Is Leaf Feeding Practical. Crops And Soil. Vol.6. N.5 Pp.16-18.
- Edmon, J.B. 1976. Principios de la Horticultura. 3a Edición, Traducida por Federico G. Editorial. C.E.C.S.A. México. D.F.
- Elmer, B. 1982, Introducción a la Química de suelo.
En Español. Editorial U.T.E.H.A. S.A. De C.V. México. D.F.
- Enríquez, R, S, A. 1980. Efecto de la Relación Fe/Mn sobre la sintomatología, contenidos nutrimentales, de clorofila, de 5-AAL, Catalasa y Peroxidasa en la Vid (*Vitis Vinifera*) c. v. Malga Rojos . Tesis de Maestría en Ciencias en Suelos. Colegio de Postgraduados. (I.E.I.C:A). Chapingo, México.
- Finck 1989. Fertilizantes Y Fertilización.
- Foht. D.M. 1978. Fundamentals Of Soil Sciencie. 6a Edition.John Wiley And Sons. New York.U.S.A. P.220.
- Foy C, D. Et Al 1978. The Physiology Of Metal Toxicity In Plants. Ann. Rev.Plant Physiol.29:511.567.
- Fuentes, Y,J,L. 1983. El Suelo Y Los Fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca Y Alimentación. Madrid, España.
- Garcia, F, J. 1980. Fertilización Agrícola. Editorial. Aedos. Segunda Edición . México. D.F.
- Homann, P, H. 1967. Studies On The Manganese Of The Chloroplast. Plant Physiol.42; 997.1007.

- INPOFOS. 1988. Manual de Fertilidad de los Suelos. Fundation for Agronomic.Reseach. (Far), Potash & Phosphate Institute Of Canada (P.P.I.C), 1a Reimpresion En Español Atlanta, Georgia. U.S.A.
- Juscafresa, B 1974. Como ganar dinero con el cultivo de frutales (Peral, Manzana, Melocotonero). 1ra Edición . Editorial Sertebi. Barcelona, España.
- Juscafresa. B. 1978. Arboles Frutales. 6a Edición. Editorial Aedos. S.A. Barcelona España.
- León, A, R. 1984. Nueva Edafologia de Regiones Tropicales Y Areas Templadas de México. 1era. Edición. Grupo Editorial Gaceta. S.A. Mexico.D.F.
- Lindsay, W,L. Y A.P. Schwab. 1982. The Chemistry Of Iron In Soil And Its Availability To Plant. Journal Of Nutrition. 5 (4-7) 821-840. USA.
- Loué, Andre. 1988. Los Microelementos en la Agricultura. Edición.
- Mass, E,V; Moore, P.D. Y Mason B.J. 1968. Manganese - Absortion by Excised Barley Roots. Plant Physiology. 43; 527-530.
- Melvin , N,W. 1982. Fruticultura de Zonas Templadas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España.
- Mendoza,V,M, 1965. El Cultivo del Manzano. Centro Nacional de Productividad de Chihuahua México..
- Millar, C.E. 1972, Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Editorial Continental. México D.F. P.62.
- More, G. 1980. Teneurs en Selenium Desplantes Fourrageres. Influence de la Fertilitation Et Desapports de Selenite. Ann Agronomic. Vol. 31. Pp. 297-317. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Ortega. T. E. 1978. Química de Suelos. Departamento de Suelos U.A.Chapingo. Chapingo, México.
- Poschenrieder, Ch. Y J, Barcelo. 1981. Efectos Toxicos de Manganeso Sobre el Crecimiento Y Metabolismo de *Phaseolus Vulgaris*. Interacción Fe/Mn. Publicado en Anales de Edafologia Y Agrobiologia Tomo, XI. Números. 5-6. Madrid, España.
- Ramírez, H, R Y Cepeda S. M. 1993. El Manzano. Editorial Trillas.
- Razeto, B. 1982. Treatments For Iron Chlorosis In Peach Trees. Journal Of Plant. Nutrition 5 (4-7), 917-922. USA.
- Readdy, B.M.C. And Dass, H,C. 1983. Effect Of Foliar Application If Urea On Leaf Nutrient Status And Yield Of "Kew" Pinneapple. Horticultural Abstract. 53 (4). USA.
- Reyes A. 1992. Recopilación de Notas Post-Cosecha de Productos Hortícolas . Departamento de Horticultura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Rodríguez, S.F. 1989. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. A.G.T. Editor. S.A. México D.F.
- Rossell, J, E. 1961. Soil Conditions And Plant Growth.9a Edición . Long Man . Great Britain. P.532.
- S.A.R.H. 1985. fertilización Química Foliar. Folleto Informativo. Mexico.D.F.
- S.A.R.H. 1987. Fertilización en el Tomate. Folleto Técnico. N.8. México. D.F.
- Silva, C.M. 1981. Unidades de Suelo. Editorial C.E.C.S.A.Mexico. D.F
- Tamaro D, Dr. 1968. Tratado de Fruticultura. 4a Edición. Editorial Gili S.A. Barcelona España.
- Tamaro, D, Dr. 1974. Tratado de Fruticultura. G. Gili.S.A. Barcelona España.
- Tamhane, R, V. 1983. Suelos: Su Química Y Fertilidad En Zonas Tropicales. Editorial Diana. Mexico.D.F.
- Telles, O. 1945. El Manzano Y El Peral, Balome. Truco Editor. México.
- Teucher H. Y R. Adler. 1976. El Suelo Y Su Fertilidad. C.E.C.S.A. 3a. Edición. México. D.F.
- Thompson, L,M Y R, Frederick, T. 1978. Soil And Soil Fertility. Editorial Mc. Graw Hill. New York.
- Tisdale, L.S. Y Nelson, L.W. 1991. Fertilidad de los Suelos Y Fertilizantes. 1a Edición
- Trocme Y Grass,Raymon. 1979. Suelos Fertilizantes En Fruticultura. 2a Edición Editorial Mindi-Prensa. Madrid España.
- Wallace, T. 1966. Producción Comercial de Manzanas Y Peras. Editorial Acriba. Zaragoza España.