

ACOLOITADO, NITROGENO Y FOSFORO EN  
MANZANO EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH.

ARMANDO GONZALEZ ALMAGUER

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

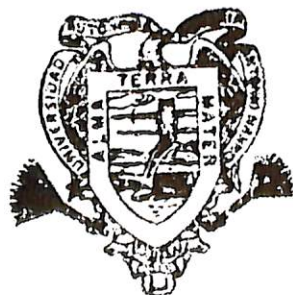
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS

EN SUELOS

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

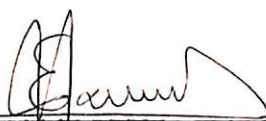
MARZO DE 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN SUELOS


COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



Dr. Eduardo A. Narro Farías

Asesor:



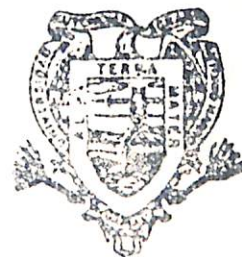
Ing. M.Sc. Jesús N. Yañez Reyes

Asesor:



Dr. Alfonso Reyes López

  
Dr. Eleuterio López Pérez  
Subdirector de Asutnos de Postgrado



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

Con todo respeto a mis padres, especialmente a mi madre por el gran ejemplo que nos dejó.

Con todo mi amor para mi esposa Mirna Sandra, por su gran apoyo en mi vida.

A mi familia.

Con especial dedicación a la Sra. Yolanda Díaz, por su eficiente trabajo mecanográfico.

Deseo expresar mi gratitud y reconocimiento al Gobierno de México que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), hicieron posible mis estudios de Postgrado al apoyarme en lo referente al financiamiento económico.

Mi más sincero agradecimiento por la asesoría, orientación y dedicación para la realización del presente trabajo a los profesores: Dr. - Eduardo A. Narro Farías, Ing. M.Sc. Jesús N. Yañez Reyes y Dr. Alfonso Reyes López.

COMPENDIO

Acolchado, Nitrógeno y Fósforo en Manzano en la Sierra de  
Arteaga, Coahuila.

POR

ARMANDO GONZALEZ ALMAGUER

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MARZO DE 1989

Dr. Eduardo A. Narro Farías -Asesor-

Palabras clave: manzano, acolchado, fertilización

En la Sierra de Arteaga, Coahuila se llevó a cabo un estudio de campo para evaluar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo bajo acolchado orgánico en manzano en el cultivar "Golden Delicious".

Al aumentar la dosis de nitrógeno aplicado se tuvieron incrementos significativos en el crecimiento de los brotes. El crecimiento del tronco no fue afectado por los tratamientos.

En el análisis foliar se encontraron niveles altos de nitrógeno, calcio y magnesio, en general muy por encima de los rangos de suficiencia. Sin embargo, los niveles de fósforo y potasio fueron más bajos que los niveles de suficiencia.

La producción de fruta fue muy baja y no hubo efecto de tratamientos en este ciclo. Sin embargo, en las características del fruto estudiadas, firmeza del fruto y sólidos solubles se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los niveles más bajos de firmeza del fruto se encontraron en los niveles bajos de nitrógeno, en los niveles altos de potasio y en los niveles altos de rastrojo.

Los sólidos solubles de los frutos de categoría extra-primera, aumentaron con los niveles altos de rastrojo y en la categoría segunda-tercera con los niveles altos de fósforo se tuvieron valores mayores también en esta variable.

Los niveles de carbohidratos y nitrógeno en la corteza de los brotes no fueron afectados por los tratamientos, solo el porcentaje de almidón aumentó por el efecto de la interacción triple de nitrógeno, fósforo y rastrojo.

El proceso de formación de dardos no fue afectado por los tratamientos.

ABSTRACT

Mulching, Nitrogen and Phosphorus in apple at Arteaga, Coahuila.

BY

ARMANDO GONZALEZ ALMAGUER

MASTER

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MARZO DE 1989

Dr. Eduardo A. Narro Farías -Adviser-

Key words: apple, mulching, fertilization.

The experiment was carried out at the Arteaga mountain, located at State of Coahuila, México, in order to study the effects of different amounts of nitrogen and phosphorus beneath organic mulching would have on tree performance, mineral composition of the plant tissue, growth, yield and quality of fruit and reserve food.

Nitrogen significantly increased shoot growth, but the effect of nitrogen on trunk growth was not significant.

Foliar analysis showed that levels of nitrogen, calcium and magnesium were higher than the sufficient levels. However, levels of phosphorus and potassium were lower than the sufficient levels.

Fruit production was low and there was not significant difference between treatments for this variable. However, some fruit characteristics were affected by the treatments. The softest fruits in the fancy - first category were found at low nitrogen levels, high potassium levels and high mulching, whereas the hardest fruits were found at high nitrogen levels, low potassium levels and low mulching.

Soluble solids concentration in fancy-fruit was highest at the highest level of mulching, this variable in the second-third fruit was influenced by phosphorus. High levels of phosphorus increased soluble solids concentration.

Carbohydrates and nitrogen concentration in bark was not affected by treatments, except for starch. The interaction nitrogen x phosphorus x mulching was significant for starch.

There was not treatment effect on spurs.



## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS. . . . .	xiv
INDICE DE FIGURAS. . . . .	xviii
I. INTRODUCCION. . . . .	1
II. REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
1. Efectos del Acolchado. . . . .	4
1.1. Efectos generales. . . . .	4
1.2. Efectos del acolchado sobre la humedad del suelo. . . . .	5
1.3. Efectos del acolchado sobre la diponibili- dad de algunos nutrimentos. . . . .	6
2. Respuesta del Manzano a las Aplicaciones de Fósforo. . . . .	8
2.1. Antecedentes de la respuesta a fósforo en- árboles frutales caducifolios: caso manzano . . . . .	8
2.2. Efecto del fósforo en el crecimiento y pro- ducción en árboles frutales con énfasis en manzano. . . . .	10
3. Efecto del Nitrógeno en Manzano. . . . .	12
3.1. Respuesta al nitrógeno en manzano. . . . .	12
3.2. Efecto del nitrógeno en la calidad de los- frutos. . . . .	13
3.2.1. En la firmeza del fruto. . . . .	13
3.2. En la concentración de sólidos solu-	

	Página
bles. . . . .	14
3.2.3. En la coloración del fruto. . . . .	14
3.2.4. Relación entre la concentración de nitrógeno en el follaje y la calidad del fruto. . . . .	14
3.3. Interrelaciones entre la concentración de ni - trógeno y algunos iones en el follaje. . . . .	15
3.3.1. Relación entre nitrógeno, fósforo y potasio en el follaje. . . . .	15
4. Niveles de Extracción de Algunos Elementos Esenciales - en Manzano. . . . .	17
5. Análisis Foliar. . . . .	20
5.1. Diagnóstico del nivel nutricional de árboles - frutales. . . . .	20
5.2. Factores que afectan la concentración de ele - mentos minerales en el follaje del manzano. . . . .	23
5.3. Rangos de la concentración de elementos minera <u>l</u> es en el follaje en manzano e interpretación. . . . .	25
5.3.1. Interpretación general de los ran - gos de las concentraciones. . . . .	25
5.3.2. Rangos de concentraciones de nutri - mentos en manzano e interpretación. . . . .	26
6. El Concepto de Materiales de Reserva. . . . .	29
6.1. La importancia del nitrógeno almacenado en el - crecimiento y desarrollo de los árboles caduci <u>l</u> folios. . . . .	30

6.2. Efecto de algunos factores sobre las reservas. . . . .	33
III. MATERIALES Y METODOS. . . . .	36
1. Características Generales del Area de Estudio. . . . .	36
1.1. Localización geográfica. . . . .	36
1.2. Clima. . . . .	36
1.3. Suelos. . . . .	37
1.4. Vegetación. . . . .	37
2. Algunas Características del Huerto. . . . .	38
3. Diseño de Tratamientos y Diseño Experimental. . . . .	39
3.1. Diseño de tratamientos. . . . .	39
3.2. Diseño experimental. . . . .	40
3.3. Análisis estadístico. . . . .	41
4. Aplicación de Tratamientos. . . . .	41
5. Variables Registradas y Métodos Usados. . . . .	42
5.1. Indices de crecimiento de los árboles. . . . .	42
5.1.1. Longitud de brotes. . . . .	42
5.1.2. Area transversal del tronco. . . . .	43
6. Muestreo de Hojas para Análisis Foliar. . . . .	43
6.1. Metodología y frecuencia de muestreo. . . . .	43
6.2. Manejo y metodología de análisis. . . . .	44
7. Producción de Fruta. . . . .	44
8. Características del Fruto. . . . .	45
8.1. Resistencia de la pulpa de los frutos al pene- trómetro. . . . .	45
8.2. Sólidos solubles en el jugo celular de los fru- tos. . . . .	46

	Página
9. Niveles de Reserva en la Corteza de los Brotes. . . . .	46
10. Número de Dardos. . . . .	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	48
1. Indices de Crecimiento de los Arboles. . . . .	49
1.1. Longitud de brotes. . . . .	49
1.2. Area transversal del tronco. . . . .	52
2. Análisis Foliar. . . . .	56
2.1. Primer análisis foliar. . . . .	56
2.2. Segundo análisis foliar. . . . .	60
3. Producción de Fruta. . . . .	62
4. Características del Fruto. . . . .	65
4.1. Resistencia de la pulpa de los frutos al pene- trómetro en la categoría extra-primera. . . . .	65
4.2. Resistencia de la pulpa de los frutos al pene- trómetro en la categoría segunda-tercera. . . . .	69
4.3. Sólidos solubles en el jugo celular de los - frutos en la categoría extra-primera. . . . .	72
4.4. Sólidos solubles en el jugo celular de los fru- tos en la categoría segunda-tercera. . . . .	73
5. Niveles de Reserva en la Corteza de los Brotes. . . . .	76
5.1. Por ciento de carbohidratos. . . . .	76
5.2. Por ciento de almidón. . . . .	80
5.3. Por ciento de nitrógeno total. . . . .	83
6. Número de Dardos. . . . .	86
7. Análisis de Correlación entre las Variables en Estudio.	90
V RESUMEN. . . . .	96

VI. CONCLUSIONES. . . . .	100
VII. LITERATURA CITADA. . . . .	103

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Estimación de la utilización anual de ciertos elementos- esenciales por árboles de manzano en base a una produc- ción de 2460 cajas en 123 árboles/ha. . . . .	17
Cuadro 2. Extracción de elementos minerales, calculados en base a - un valor medio de datos de dos años en kg/ha/año. . . . .	18
Cuadro 3. Elementos regresados al piso del huerto al momento de la caída de las hojas. . . . .	19
Cuadro 4. Extracción de nutrimentos en base a producción de fruta- y material de poda, expresados como valores medios para 3 tratamientos nitrogenados, en árboles de 12 años de - edad y una población de 170 árboles/ha. . . . .	20
Cuadro 5. Rango de concentración de nutrimentos en hojas de manzano. Muestras tomadas en la parte media de los brotes hacia - finales de julio e inicio de agosto. . . . .	27
Cuadro 6. Rangos de concentración de algunos nutrimentos en manza- no tomados en la parte media de los brotes del año en - curso, hacia finales de enero y mitad de febrero corres- pondientes a la fecha de inicio de formación de fruto en el oeste de Australia. . . . .	28

	Página	
Cuadro 7	Lista de tratamientos en estudio. . . . .	40
Cuadro 8	Crecimiento de los brotes vegetativos durante 1986. Promedio de cinco observaciones por unidad experimental. . . .	49
Cuadro 9	Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre el crecimiento de los brotes en 1986. . . . .	51
Cuadro 10	Incrementos en área transversal del tronco ( $\text{cm}^2$ ). . . . .	53
Cuadro 11	Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre los incrementos en el área transversal del tronco en 1986. . . . .	54
Cuadro 12	Área transversal del tronco en $\text{cm}^2$ , al inicio del estudio, antes de iniciar el crecimiento en 1986. . . . .	55
Cuadro 13	Área transversal del tronco en $\text{cm}^2$ al finalizar el crecimiento durante 1986. . . . .	56
Cuadro 14	Concentración de elementos minerales en el follaje en hojas tomadas en la parte media de los brotes del crecimiento del año en curso. Primer análisis foliar. . . . .	57
Cuadro 15	Concentración de elementos minerales en el follaje en hojas tomadas en la parte media de los brotes del crecimiento del año en curso. Segundo análisis foliar. . . . .	61
Cuadro 16	Producción de fruta total por unidad experimental (árbol) en 1986. . . . .	62

Cuadro 17. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la producción de fruta en 1986. . . . .	64
Cuadro 18. Resistencia de la pulpa del fruto al penetrómetro en - (kg/cm <sup>2</sup> ). Promedio de la fruta de categoría extra y prime <u>ra</u> . . . . .	66
Cuadro 19. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la resistencia de la pulpa de los frutos de categoría ex <u>tra</u> -primera. . . . .	67
Cuadro 20. Resistencia de la pulpa del fruto al penetrómetro en - (kg/cm <sup>2</sup> ). Promedio de la fruta de categoría segunda y ter <u>ce</u> ra. . . . .	70
Cuadro 21. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la resistencia de la pulpa de los frutos de categoría se <u>gunda</u> -tercera. . . . .	71
Cuadro 22. Concentración de sólidos solubles en grados Brix en el ju <u>go</u> celular de los frutos de categoría extra y primera. . . . .	73
Cuadro 23. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la concentración de sólidos solubles en los frutos de ca <u>te</u> goría extra-primera. . . . .	74
Cuadro 24. Concentración de sólidos solubles en grados Brix en el ju <u>go</u> celular de los frutos de categoría segunda y tercera. . . . .	75



Cuadro 25. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la concentración de sólidos solubles en los frutos de ca- tegoría de segunda-tercera. . . . .	77
Cuadro 26. Porcentaje de carbohidratos solubles en alcohol en la cor- teza de los brotes, en los crecimientos de los dos años - anteriores a 1987. . . . .	78
Cuadro 27. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la concentración de carbohidratos en la corteza de los - brotes en 1987. . . . .	79
Cuadro 28. Porcentaje de almidón en la corteza de los brotes en el - crecimiento de los dos años anteriores a 1987. . . . .	81
Cuadro 29. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la concentración de almidón en la corteza de los brotes - en 1987. . . . .	82
Cuadro 30. Porcentaje de nitrógeno en la corteza de los brotes en - los crecimientos de los dos años anteriores a 1987. . . . .	84
Cuadro 31. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre - la concentración de nitrógeno en la corteza de los brotes en 1987. . . . .	85
Cuadro 32. Número de dardos totales/árbol en sección de rama mues- treada durante 1987 (datos originales). . . . .	87

Cuadro 33. Número de dardos totales/árbol en sección de rama muestreada durante 1987. (Datos transformados por raíz cuadrada). . . . .	88
Cuadro 34. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre el número de dardos producidos en una sección de rama en 1987. . . . .	89
Cuadro 35. Coeficientes de correlación entre las variables en estudio, así como sus niveles de significancia. . . . .	92
Cuadro 36. Resumen de los análisis de varianza para las variables estudiadas. Los Lirios, Sierra de Arteaga, Coah. 1986 - 1987. . . . .	95

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación diagramática que ilustra el significado de los términos usados para clasificar el estado nutricional de las plantas. . . . .	25
---	----

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

La explotación del cultivo del manzano Pyrus malus L. en la región de la Sierra de Arteaga, Coahuila representa una fuente muy importante de empleo y de ingresos para los habitantes de dicha región. Sobre la importancia de la fruticultura en la Sierra de Arteaga, Cepeda y Arguindégui (1983) señalan que existen 8,579 ha dedicadas a la fruticultura, de las cuales 6,724 corresponden a la pequeña propiedad y 1,855 al sector ejidal. La superficie bajo riego por bombeo es de 5,049 ha, además de 2,822 ha que se cultivan bajo temporal. Cepeda (1982) reporta que el manzano en la citada región es el cultivo de mayor importancia económica, y señala que existen aproximadamente 2;500,000 árboles en producción, 1;250,000 en desarrollo y anualmente se establecen más de 100,000 árboles.

Las variedades de manzano de mayor importancia en la región son la "Golden Delicious", "Red Delicious", "Doble Red Delicious", "Rome Beauty", "Jonathan", "Starking", "Rosa Española" y otras que se cultivan en menor escala.

La calidad y rendimiento de fruta obtenidas en la región son menores que las que se tienen en el estado de Chihuahua. Una serie de factores ecológicos y de manejo son los determinantes de dichas diferencias. En lo referente a la técnica de la fertilización de los árboles, existe -

en la región una gran variación entre las distintas huertas y variedades, ya que los productores no disponen de una asesoría técnica eficaz y oportuna en cuanto a esta práctica.

De tal manera que los productores de la región no tienen precisión sobre cuándo, cómo, cuánto y qué fertilizante aplicar en sus huertos, ya que no existen investigaciones al respecto en la región.

Por otra parte, el uso de acolchados orgánicos en la región se conoce poco, pero no existe investigación al respecto; sin embargo, existe información disponible sobre esta práctica en otras regiones y las ventajas sobre ahorro y eficiencia en el uso del agua, así como una mayor disponibilidad de algunos nutrimentos, están bien determinadas. Por la ausencia de investigación sobre la técnica de fertilización y el uso de acolchados orgánicos y por la importancia de la optimización en el uso de insumos y recursos de la producción frutícola se plantean en este trabajo las siguientes hipótesis y objetivos de investigación.

#### Hipótesis

1. El acolchado del suelo en manzano incrementa la eficiencia en el uso del agua y el aprovechamiento de los nutrimentos del suelo.
2. Las dosis de nitrógeno y fósforo afectan el crecimiento del árbol, así como la producción y calidad del fruto.
3. Las dosis de nitrógeno y fósforo afectan las reservas de la corteza, así como la diferenciación de yemas florales.

## Objetivos

1. Incrementar la producción y calidad del fruto del manzano - mediante la selección de las mejores dosis de nitrógeno, - fósforo y acolchado de la superficie del suelo.
2. Evaluar los efectos del nitrógeno y fósforo bajo acolchado - sobre el crecimiento del tronco y brotes, producción y cali - dad del fruto.
3. Evaluar los efectos del nitrógeno y fósforo bajo acolchado - sobre las reservas de almidón, carbohidratos y nitrógeno de la corteza, así como la cantidad de dardos.

## CAPITULO 2

### REVISION DE LITERATURA

#### 1. Efectos del Acolchado

##### 1.1. Efectos Generales

Gardner (1939) señala una serie de ventajas y desventajas en forma muy general, pero a la vez concreta sobre el uso de acolchados orgánicos (pajas, rastrojos, etc.) del suelo en árboles frutales. Dentro de las ventajas, señala las siguientes:

1. Las fluctuaciones de la humedad del suelo bajo los árboles son menores, particularmente durante los períodos secos, debido a la reducción de la evaporación de la humedad del suelo y a la eliminación de malezas que crecen bajo aquellos.
2. La disponibilidad de potasio y otros elementos como fósforo, magnesio, calcio y boro es mayor.
3. Hay menor fluctuación en la temperatura del suelo, comparado con el suelo labrado.
4. La materia orgánica del suelo en la profundidad de 5 a 15 cm es cerca del 1 por ciento mayor que bajo césped y de 2 a 3 por ciento más alto que bajo cultivo.

5. El color y la calidad del fruto es mejor que bajo cultivo.
6. Puede actuar como amortiguador en la caída de frutos en pre cosecha.
7. Puede liberar algunos nutrimentos.
8. El suelo es más suelto, friable y con mejor aireación.

Algunas de las desventajas son:

1. Puede llegar a favorecer el fuego en períodos secos.
2. Puede ser hospedero de insectos, enfermedades y roedores.
3. El costo o la disponibilidad puede ser un factor limitante.

Cabe señalar que existen algunos autores que señalan el efecto indirecto del acolchado sobre el crecimiento radical entre los cuales; White y Holloway (1967) reportan que los árboles de manzano bajo el sistema de acolchado fueron los más vigorosos, además de incrementarse el número y la distribución de raíces en el perfil del suelo, lo cual repercute en una mayor explotación del suelo por las raíces. Sin embargo, Baker (1941) reporta que los árboles bajo acolchado ubican sus raíces de alimentación en la porción superior del suelo, ya que ahí es donde se localiza la porción de podredumbre de la paja o rastrojo del acolchado y por lo tanto, la formación de raíces bajo este sistema no parece ser extensiva.

## 1.2. Efectos del Acolchado sobre la Humedad del Suelo

Sobre el efecto de los sistemas de manejo del suelo en los huertos de frutales, Skroch y Shribbs (1986) reportan que la disponibilidad

de humedad en el suelo es favorecida en orden de importancia por los siguientes sistemas de cultivo: acolchado, suelo desnudo, cultivo mínimo, césped y cultivo continuo.

Señalan además que el acolchado promueve la tasa de infiltración y disminuye la evaporación del agua del suelo, con lo cual se favorece la disponibilidad de humedad durante el período de sequía.

En manzano, White y Holloway (1967) señalan que el sistema de acolchado tuvo su mayor beneficio hacia el final del primer año de estudio, cuando ocurrió un déficit de humedad severo, lo que repercutió en árboles con un número mayor de hojas y una mayor longitud de brotes. Una condición necesaria para que se tengan los efectos positivos del acolchado sobre la humedad del suelo, es que se tenga un control efectivo de las malezas.

### 1.3. Efecto del Acolchado sobre la Disponibilidad de algunos Nutrientos

Baker (1941), Boynton y Anderson (1956) y White y Holloway (1967) reportan incrementos en la concentración de potasio en el follaje por efecto del acolchado orgánico del suelo.

En relación al efecto del acolchado orgánico sobre el incremento en la concentración de potasio en el follaje, Baker (1941) señala tres razones por las cuales considera que ocurra dicho incremento en hojas de manzano y durazno comparado con el suelo cultivado (limpio):



1. El acolchado puede suplir el potasio disponible directamente por la descomposición de materia orgánica en contacto con el suelo.
2. Las condiciones bajo el acolchado pueden ser más favorables para liberar potasio en el suelo.
3. Las condiciones bajo el acolchado pueden ser más favorables para el crecimiento de la raíz y consecuentemente una mayor área o volumen de suelo es explorada por la raíz y por tanto, hay una mayor absorción de potasio por el árbol.

Aunque no con acolchado orgánico, sino con diferentes tratamientos de cultivos de cobertura en huertos de manzano, Bould y Jarrett (1962) reportan que los cultivos de cobertura presentan un marcado efecto en el nivel de potasio y fósforo en las hojas, ubicándose las concentraciones de ambos elementos en la región denominada "consumo de lujo", pero sin tener efecto significativo en crecimiento ni producción.

Nielsen, et al. (1986) reportan que con el uso de plástico negro comparado con cultivos de cobertura total del suelo en manzano, se tuvieron concentraciones mayores de nitrógeno y magnesio en las hojas, mientras que el fósforo y potasio fueron consistentemente mayores. En este mismo sistema, la concentración de calcio y zinc fueron ocasionalmente mayores bajo el sistema de cobertura total comparado con plástico negro. De acuerdo con estos autores, la mayoría de estas diferencias son atribuidas a la competencia por y/o reciclaje de nutrimentos por la vegetación del suelo del huerto.

Para el caso de fósforo, Eggert, et al. (1952) mencionan que es significativo notar que cuando se aplica fósforo al voleo y los árboles están bajo acolchado, la absorción es más eficiente, ya que con el uso de fósforo radioactivo ( $^{32}\text{P}$ ), en suelos con alta capacidad de fijación de fósforo, se encontró que cuando el fósforo penetró 5 cm bajo acolchado o césped, nada del fósforo fue recobrado en los tejidos, cuando el fósforo penetró 10 cm de 2.68 a 3.78 por ciento del fósforo fue recobrado en el tejido y cuando la penetración fue de 20 cm, el 5.77 por ciento fue recobrado.

## 2. Respuesta del Manzano a las Aplicaciones de Fósforo

### 2.1. Antecedentes

Wittwer (1969) en un escrito muy importante sobre la nutrición de fósforo en cultivos hortícolas, señala que este elemento ocupa una posición única en este tipo de cultivos e indica que las diferencias de fósforo son más pronunciadas al inicio de la estación por las bajas temperaturas que ocurren, ya que éstas afectan y restringen el desarrollo radical y esto a su vez, reduce la absorción de este elemento. Menciona además que la temperatura es tal vez el factor más crucial para la absorción y transporte de fósforo que cualquier otro nutrimento mayor.

En razón de esto, se han diseñado una serie de prácticas como el uso de plásticos para disminuir el efecto de las bajas temperaturas sobre el crecimiento radical y la absorción de fósforo.

Raese (1937) señala que por muchas décadas el nitrógeno ha sido - el nutrimento primario principal recomendado para la producción de manzano en algunas partes de los Estados Unidos Americanos. Por otro lado, la respuesta a fósforo es reportada raramente en huertos comerciales.

Recientes investigaciones han mostrado una respuesta positiva a - las aplicaciones de fósforo en manzano. Algunos autores que reportan res puesta a las aplicaciones de fósforo en manzano, o bien en árboles caduci folios, son los siguientes:

Lilleland (1936) en manzano, durazno, ciruelo y chabacano, Lille- land y Brown (1939) en durazno, Taylor (1975) en manzano y durazno, Tay - lor e Isell (1971) en durazno y Shelton (1976) en manzano, reportan una - respuesta positiva a las aplicaciones de fósforo al momento de la planta- ción o transplante, reflejándose en un mayor crecimiento y otros procesos del desarrollo de los árboles frutales mencionados.

Sin embargo, en árboles ya establecidos y en suelos con alta ca - pacidad de fijación de fósforo, Lilleland, et al. (1942) no obtuvieron - una respuesta positiva a las aplicaciones de fósforo, es interesante señã - lar que en esos mismos suelos y condiciones, si se obtuvo una respuesta - positiva a las aplicaciones de fósforo en los 18 cultivos anuales ensaya- dos. Dichos autores señalan que la ausencia de respuesta a fósforo en ár- boles frutales puede deberse a:

1. Tienen menores necesidades que los cultivos anuales
2. Pueden extraer grandes cantidades debido a su crecimiento - perenne y a una mayor duración de la actividad radical.

En estudios recientes Raese (1985) y Raese (1986) reportan una respuesta de importante magnitud en árboles de manzano de 15 años de edad, - asimismo, Williams y Thompson (1979) reportan una respuesta positiva a las aplicaciones de fósforo en árboles enanos de manzano.

## 2.2. Efectos del Fósforo en el Crecimiento y Producción de Arboles Fruta - les con Énfasis en Manzano

Lilleland y Brown (1939) encontraron grandes diferencias en el crecimiento de árboles de durazno por colocar 10 lb de superfosfato de calcio triple en el hoyo de plantación, manifestándose dicho crecimiento tres - años después. Los árboles que recibieron fósforo y fósforo más nitrógeno - fueron 245 y 322 por ciento mayores en peso que los testigos después de un año de plantados y 107 y 138 por ciento respectivamente más altos tres años después de la plantación.

Resultados similares reportan Williams y Thompson (1979) en árbo - les de manzano, en que con todos los niveles de nitrógeno asociados con el nivel más alto de fósforo (0.046 kg de fósforo/árbol), los árboles fueron - más altos que con el nivel medio (0.023 kg de fósforo/árbol) y sin fósforo. En el área transversal del tronco del manzano, con el nivel medio de fósfo - ro (0.023 kg de fósforo/árbol) y sin nitrógeno se tuvieron los valores más altos según Williams y Thompshon (1979) coincidiendo con los resultados reportados en durazno por Lilleland y Brown (1939) en que un año después de - la plantación los árboles tratados con fósforo y fósforo más nitrógeno fue - ron 120 y 157 por ciento mayores en área transversal del tronco que los tes - tigos, 65 y 120 por ciento, respectivamente mayores en la segunda es - tación y 80 y 110 por ciento también, respectivamente mayores

en la tercera estación de crecimiento. Benson y Cover (1979) presentan resultados similares.

Raese (1986) menciona que en suelos deficientes en fósforo (10 ppm de fósforo) en los cultivares Oregon Spur, Wellspur Delicious y Redspur de 15 años de edad, los árboles tratados con fosfato monoamónico, mostraron en ese mismo año un incremento en el crecimiento de los brotes, tamaño de hoja, desarrollo de dardos, tamaño del fruto y un sustancial incremento en el nitrógeno y fósforo por hoja, de un 200 y 150 por ciento respectivamente, indicando que esta mejoría fue definitiva en el vigor y producción del árbol en los años siguientes.

Un incremento considerable en el número de racimos florales (dardos), se obtuvo con la dosis más alta de fósforo (0.046 kg de fósforo/árbol), además de que éste puede influir claramente en la primer fructificación con un mayor número de flores si es colocado en el hoyo de plantación al momento del trasplante en manzano (Williams y Thompson, 1979).

Asimismo Raese (1985) reporta que las dosis medias o altas de fosfato monoamónico, mejoraron el crecimiento del año siguiente, redujeron los síntomas de deficiencia de fósforo en las hojas (color púrpura), mientras que las dosis altas mejoraron los niveles de fósforo en las hojas comparadas con los tratamientos testigos y nitrogenados. Por lo tanto, señala que el fósforo puede ser útil para corregir el vigor pobre del manzano bajo suelos deficientes de este elemento.

Shelton (1976) señala que las concentraciones de fósforo y calcio en el follaje de "Delicious" y "Golden Delicious" fueron incrementados más

por aplicaciones profundas que por aplicaciones superficiales; sin embargo, estas diferencias de concentración en el follaje no repercutieron en un incremento en el crecimiento.

### 3. Efecto del Nitrógeno en Manzano

#### 3.1. Respuesta al Nitrógeno en Manzano

El nitrógeno representa el nutrimento prioritario dentro de una jerarquización de los problemas nutricionales del manzano en varias regiones del mundo.

A nivel mundial, existen muchas experiencias de mediano y largo plazo, respecto a fertilización nitrogenada en manzanos. En la mayoría de los casos, se presentan efectos positivos en el rendimiento (Cain, 1953; Weeks, et al., 1958 y Amado, 1985), pero existen otros casos en los cuales no se producen estos aumentos en la producción (Rogers y Thompson, 1962; Dionne, 1967; Mason, 1964 y Lorenzana, 1980).

También existen trabajos que reportan efectos negativos en producción por efecto del nitrógeno (Weeks, et al., 1952) o en calidad de la fruta, principalmente por problemas de falta de color en fruta roja (Boynton y Cain, 1942; Weeks et al., 1952; Beattie, 1954; Ruíz y Godoy, 1978). O bien, una mayor susceptibilidad al "Bitter Pit". También por efecto de dosis altas de nitrógeno (Yamazaki, et al., 1969).

Estos resultados "contradictorios" no deben extrañar al considerar que la fertilización nitrogenada está inserta dentro de un balance en el -

cual participan elementos de aporte y de demanda de nitrógeno, los cuales varían de un huerto a otro. Existe por una parte un aporte natural, que es una característica específica de cada suelo y por otra, una demanda también variable, que está determinada por las necesidades nutricionales, para la construcción de la estructura soportante (tronco, ramas y raíces), el desarrollo de órganos productores de fruta (dardos), hojas y finalmente de la fruta misma.

Por lo tanto, es probable que no ocurra una respuesta al nitrógeno en un suelo con bajo contenido, cuando la demanda está limitada por factores de manejo. En otros casos, puede ocurrir que la respuesta no se presente o sea baja, debido a que la fertilidad natural del perfil del suelo sea suficiente para un determinado rendimiento. En ese caso incluso, es probable que una dosis "moderada" de nitrógeno produzca problemas de calidad de la fruta.

### 3.2. Efecto del Nitrógeno en la Calidad de los Frutos

#### 3.2.1. Firmeza del Fruto

Weeks, et al. (1952) y Mason (1969) reportan que en el análisis de la firmeza del fruto, las dosis altas de nitrógeno estuvieron asociadas con frutos más suaves, mientras que las dosis bajas se asociaron con frutos de mayor firmeza.

### 3.2.2. Concentración de Sólidos Solubles

Mason (1969) señala que la concentración de sólidos solubles fue más alta en las dosis medias de nitrógeno, comparadas con las dosis bajas y altas respectivamente.

### 3.2.3. Coloración del fruto

Williams y Billingsley (1974) reportan que las altas cantidades de nitrógeno aplicadas al cultivar "Golden Delicious" aumentan el color verde del fruto, e indican además que el color y la calidad del fruto estuvieron asociados con el contenido de nitrógeno en las hojas.

Por otro lado, Ruiz (1986a) reporta que las aplicaciones de nitrógeno disminuyen los problemas de coloración de la fruta, especialmente en "Richared Delicious"; asimismo, en "Granny Smith" se tuvieron menos problemas de coloración, es decir, se aumentó el porcentaje de fruta con calidad de exportación. Asimismo en "Starking Red Delicious" no se encontró efecto significativo en el nivel de nitrógeno aplicado al suelo sobre el color del fruto (Mason, 1969).

### 3.2.4. Relación entre la Concentración de Nitrógeno en el Follaje y la Calidad del Fruto

Williams y Billingsley (1974) en el cultivar "Golden Delicious" señalan que para una producción de alta calidad de fruta deben mantenerse



niveles de nitrógeno foliar entre 1.9 y 2.1 por ciento en base a peso seco, niveles abajo del 1.8 por ciento están asociados a fruta de alta calidad, pero se tiene una tendencia al hábito de producción alternada. Por el contrario, niveles arriba de 2.2 por ciento se asociaron con fruta más grande y verde.

### 3.3. Interrelaciones entre la Concentración de Nitrógeno y algunos Iones en el Follaje

La condición nutrimental óptima de una especie vegetal está dada por un balance entre los distintos elementos minerales en el follaje y no por las concentraciones individuales de los elementos. Sin embargo, existen interacciones entre algunos elementos minerales ya bien conocidas y algunas de interés en el presente estudio son:

#### 3.3.1. Relación entre Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el Follaje

Cain y Boynton (1948) y Weeks, et al. (1952) reportan que en árboles de 20 años del cultivar Mc Intosh, se encontró que existe un marcado decremento del fósforo y potasio del follaje y un incremento en calcio y magnesio por efecto de los siguientes tres factores:

1. Incremento en las dosis de nitrógeno aplicadas
2. Cuando la estación de crecimiento avanza
3. Cuando existe una producción de fruta alta.

Al respecto, Weeks et al. (1952) reportan que el fósforo y potasio pueden llegar a ser factores limitantes en la producción de manzano en con condiciones de dosis altas de nitrógeno inorgánico, consideran que tal vez - los árboles con niveles altos de nitrógeno pueden tener mayores requeri - mientos de potasio , que los árboles con bajo nivel de nitrógeno.

Por otro lado, Cullinan y Batjer (1943) indican que en un estudio- con soluciones nutritivas en manzano y durazno los resultados fueron simi- lares que los anteriores, y señalan que la concentración de fósforo y pota- sio en el follaje se incrementó cuando la disminución de nitrógeno ocurrió. Asimismo, los síntomas de deficiencia de fósforo y potasio solo se presen- taron cuando estuvieron presentes niveles altos de nitrógeno, señalando - además que entre fósforo y potasio no hubo ninguna relación.

Asimismo, en durazno reportan que los síntomas de deficiencia de - potasio son más notables bajo una relación alta de calcio/potasio. Bajo - condiciones de campo cuando el potasio disponible en el suelo es limitante, los síntomas de deficiencia de potasio son usualmente acentuados por apli- caciones de nitrógeno.

Para dar una explicación a la interacción entre nitrógeno y pota - sio en el follaje en manzano, Ruíz (1986b) señala que las aplicaciones de - nitrógeno estuvieron asociadas a bajos niveles de potasio en el follaje de bido a una mayor demanda de potasio causada por rendimientos de fruta mayo - res, por efecto del nitrógeno.

Asimismo, reporta que en el cultivar "Granny Smith", se muestra una tendencia a aumentar el nivel de calcio foliar por efecto de aplicaciones altas de nitrógeno.

#### 4. Niveles de Extracción de Algunos Elementos Esenciales en Manzano

Batjer y Rogers (1952) mencionan que en base a una investigación de campo, hicieron una estimación de la utilización anual de algunos elementos esenciales por árboles de manzano de 30 años de edad, con una densidad de población de 123 árboles. En el cuadro siguiente se presentan las cantidades de los elementos extraídos del suelo.

Cuadro 1. Estimación de la utilización anual de ciertos elementos esenciales por árboles de manzano en base a una producción de 2460 cajas de 123 árboles/ha. Datos en kg/ha.

	N	P	K	Ca	Mg
1. Removido del suelo pero finalmente regresado.	71.25	7.28	70.80	117.41	20.83
2. Removido permanentemente del suelo.	39.10	10.41	70.80	50.19	4.48
T o t a l :	110.35	17.69	141.60	167.60	25.31

La estimación de los elementos removidos del suelo, pero finalmente regresados, se hizo en base a la concentración de los elementos

señalados y del peso seco de los siguientes órganos: flores que sufrieron abscisión, primer y segunda caída de fruta, frutos aclareados, hojas y material de poda.

Por lo que respecta a los elementos removidos permanentemente del suelo, su estimación se hizo en base al mismo criterio anterior, pero incluyendo los siguientes órganos: frutos maduros, semillas, madera y corteza de la parte aérea y radical.

En un estudio similar Kaynes y Goh (1980) reportan las cantidades de nutrimentos removidos en árboles de 12 años de edad de los cultivares "Golden Delicious" y "Granny Smith" sobre Merton 793, con una población de 500 árboles/ha. En el Cuadro No. 2, se presentan los resultados.

Cuadro 2. Extracción de elementos minerales, calculados en base a un valor medio de datos de dos años en (kg/ha/año).

	N	P	K	Ca	Mg
Golden Delicious	23	4	120	5	4
Granny Smith	13	3	57	3	2

Ambos autores también reportan las cantidades de elementos minerales reciclados al piso del huerto por causa de poda del césped del huerto. Los datos se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 3. Elementos regresados al piso del huerto al momento de la caída de las hojas. Datos en (kg/ha/año).

	N	P	K	Ca	Mg
Golden Delicious	35	3	26	45	7
Granny Smith	35	2	25	34	6

Lo anterior da una idea de la magnitud de extracción de elementos minerales por las malezas y césped.

En los cálculos sobre extracción de elementos minerales referidos en el Cuadro 2, solo se hicieron en base a los siguientes órganos: hojas y frutos, es decir, no se incluyó material de poda ni otros órganos. Cabe señalar que los niveles de producción de fruta en Golden Delicious fueron superiores a los de Granny Smith, esto probablemente dé una idea de las diferencias en extracción de nitrógeno y potasio, respectivamente.

Ruíz (1986b) reportó que en un estudio sobre nutrición mineral en manzano, los niveles de extracción de elementos minerales en los cultivos "Granny Smith" y "Richard Delicious" sobre patrón franco, son los presentados en el Cuadro 4, que se presenta a continuación.

Cuadro 4. Extracción de nutrimentos en base a producción de fruta y material de poda, expresados como valores medios para tres tratamientos nitrogenados, en árboles de 12 años de edad y una población de 170 árboles/ha. N, P, K, Ca, Mg en kg/ha y Mn, Zn y Cu en g/ha.

	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu
Granny Smith	59.45	4.48	83.92	23.43	6.74	72	75	96
Richared Delicious	37.83	5.96	58.77	62.06	5.41	128	38	58

En este estudio no se incluyó para realizar los cálculos de extracción de nutrimentos, las hojas ni otros órganos como flores, etc.

## 5. Análisis Foliar

### 5.1. Diagnóstico del Nivel Nutricional de Arboles Frutales

Bould (1966) en una revisión importante, señala que el análisis foliar basado en métodos apropiados de muestreo y una correcta interpretación de los datos analíticos, es usado para comprobar el diagnóstico visual de los síntomas, para precisar el nivel nutricional de árboles perennes y su respuesta a los fertilizantes. Su valor sin embargo, depende de un entendimiento de los principios básicos involucrados y en un conocimiento sobre los cambios en la composición química de las hojas con respecto a la edad, posición, tiempo de muestreo, estación, nivel de producción y otros factores internos y externos.

Sin embargo, existen otros métodos además del análisis foliar para establecer el diagnóstico del nivel nutricional en árboles frutales. - Algunos de ellos se mencionan a continuación de acuerdo con Bould (1970)

- a. Análisis de los síntomas visuales. Cuando el nivel de un elemento esencial está severamente limitado o en exceso el crecimiento de la planta, o bien el rendimiento son afectados y los síntomas de toxicidad o deficiencia pueden aparecer en - hojas, tallos o frutos. Sin embargo, estos síntomas en algunas ocasiones se confunden con el efecto de aplicaciones de productos químicos, tales como insecticidas, herbicidas y - fungicidas o bien, reguladores del crecimiento y en estos ca - sos, se auxilian con el análisis foliar para un mejor diag - nóstico.
- b. Análisis de raíces. Aunque su uso no es generalizado, es pro - bablemente el método más sensible para el diagnóstico de to - xicidad de elementos metálicos pesados en plantas. También - en el estudio sobre reservas de compuestos orgánicos, tales - como carbohidratos, aminoácidos o proteínas, para precisar - el nivel de agotamiento de las reservas y asociarlo con la - producción del año siguiente, estos órganos han sido amplia - mente utilizados.
- c. Análisis de la savia del xilema. Bollard (1953); Bollard - (1957) y Oland (1954) reportan que amidas y aminoácidos - constituyen principalmente las reservas nitrogenadas en man - zano. Bollard (1953) describe el desarrollo de una técnica - para extraer savia del xilema, así como su análisis.

- d. Análisis de frutos. El análisis de frutos es el método más - satisfactorio para el diagnóstico de deficiencias de boro - (Haller y Batjer, 1946), así como la deficiencia de calcio - en manzano (Martin, et al., 1960) ambos citados por Bould - (1970).
- e. Análisis de estructuras reproductivas (dardos). Ruíz (1986b) señala que el análisis nutricional de los dardos se presenta como una buena alternativa de diagnóstico adicional al análisis foliar, ya que en un estudio realizado se encontró que - el contenido de nitrógeno total en los dardos variaba y se - relacionaba en función del tratamiento aplicado de nitrógeno.
- f. Relaciones de las concentraciones de los nutrimentos. Smith- (1986) refiere que las relaciones de las concentraciones han sido utilizadas a partir de la década pasada para hacer una interpretación más estricta del análisis foliar, tanto en - plantas anuales como perennes. A este sistema se le conoce - como sistema integrado de diagnóstico y recomendaciones de - Beaufil.
- g. Métodos histoquímicos y bioquímicos. Marschner (1986) hace - referencia a que en plantas anuales principalmente, la anatomía y morfología de la hoja y tallo puede ayudar en el diagnóstico de deficiencias de cobre, boro y molibdeno. También - señala que la actividad enzimática está relacionada con la - concentración del nutrimento en cuestión y que puede servir como una guía más en el diagnóstico.



Es importante considerar que todos los métodos tienen su razón de ser, es decir, sus ventajas y desventajas, pero que en gran medida se complementan y que en función del nivel de tecnología y de las condiciones socioeconómicas se podrán adaptar y utilizar cualesquiera de los métodos señalados: Sin embargo, falta precisar sobre algunos aspectos sobre el diagnóstico foliar, al respecto Prevot (1964) señala cinco puntos importantes sobre los cuales debe seguir investigándose para tener una mayor precisión.

- a. Mejor conocimiento sobre el estado de los elementos en las células en relación con su "actividad" o "inactividad" en el metabolismo.
- b. Mejor entendimiento de los excesos y deficiencias minerales sobre el metabolismo de carbohidratos y nitrógeno, y más específicamente sobre los sistemas enzimáticos.
- c. Interpretación fisiológica de las interacciones de los iones.
- d. Mayor investigación sobre la distribución y redistribución de los minerales en los diferentes tejidos y órganos de la planta en los diferentes estados de desarrollo.
- e. Más estudios en el sistema radical a pesar de las dificultades que se presentan bajo condiciones de campo.

## 5.2. Factores que Afectan la Concentración de Elementos Minerales en el Follaje del Manzano

Emmert (1959) cita algunos factores que influyen en la concentración de elementos en el follaje, a continuación se señalan:

- a. Edad del árbol. En muchas comparaciones de árboles frutales - clasificadas en base a la edad, concluyen que las diferen - cias en la edad del árbol son reflejadas en la composición - química de las hojas. Emmert (1954) reporta que los árboles - de manzano entre 16 y 25 años fueron más altos en calcio y - magnesio que los árboles entre 9 y 16 años, y a su vez, és - tos fueron más altos en nitrógeno.
- b. Nivel de producción. En base a una revisión de varios traba - jos Emmert (1959) reporta que un incremento en la producción de manzano, se refleja en un incremento en nitrógeno, calcio magnesio y un decremento en el potasio de las hojas.
- c. Patrón y variedad. Las diferencias en crecimiento, porte y - otras características del patron y variedad, sin duda alguna influyen significativamente en la composición mineral del fo llaje.
- d. Clima. Las variaciones en las condiciones climáticas de un - año a otro y dentro de la estación, resultan en diferencias - significativas en la composición mineral de las hojas.

Bould (1970) señala otros factores de importancia que influyen en la composición mineral, tales como la humedad del suelo y los cultivos de cobertura en el piso del huerto.

### 5.3. Rangos de la Concentración de Elementos Minerales en el Follaje en Manzano e Interpretación

#### 5.3.1. Interpretación General de los Rangos de las Concentraciones

Reuter y Robinson (1986) presentan en la Figura 1 los términos utilizados para clasificar el nivel de los nutrientes en las plantas.

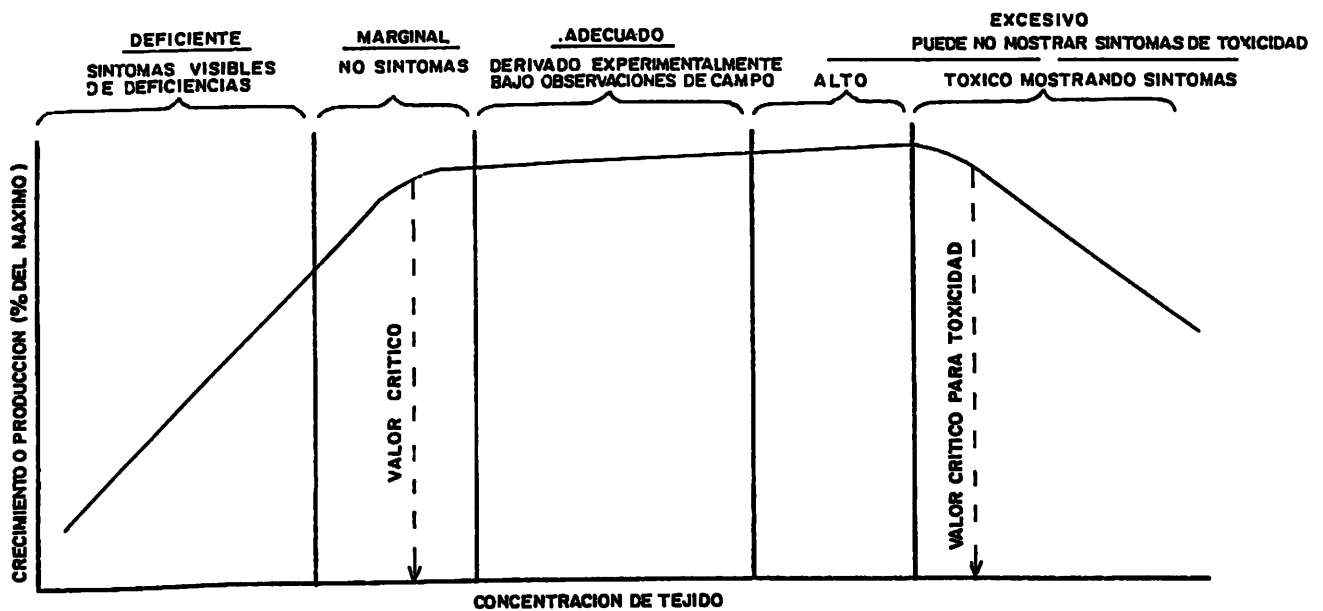


Figura 1. Representación diagramática que ilustra el significado de los términos usados para clasificar el estado nutricional de las plantas.

La significación de cada uno de los términos se describe a continuación:

- Deficiencia. Rango de concentración de un nutriente que está asociado con el síntoma visible de la deficiencia y como consecuencia se reduce severamente el crecimiento y producción de las plantas.
- Marginal. Este es un rango de concentración en una parte específica de la planta que está asociada con una reducción en

crecimiento y producción, pero las plantas no presentan síntomas visibles de deficiencia.

- c. Valor crítico. Es la concentración de un elemento que disminuye el rendimiento máximo en una determinada proporción, - donde ésta es encontrada experimentalmente.
- d. Adecuado u óptimo. Es en aquel rango de la concentración de un nutrimento en que cambios en la concentración dentro del rango no incrementa o disminuye el crecimiento o producción.
- e. Alta. Representa al rango de concentración entre el nivel - adecuado y el tóxico o excesivo. En algunas especies se puede advertir una tendencia hacia características indeseables de calidad o vigor.
- f. Tóxica o excesiva. Las concentraciones tóxicas de un nutrimento usualmente están asociadas con síntomas de toxicidad- o reducción del crecimiento o producción.

### 5.3.2. Rangos de Concentraciones de Nutrimentos en Manzano e Interpretación

Bould (1966) hace referencia a una gran cantidad de trabajos sobre nutrición vegetal en manzano, con énfasis en el análisis foliar y su interpretación de las distintas concentraciones de los elementos minerales. Estos trabajos fueron realizados en una gran diversidad de condiciones ecológicas, edáficas, patrones, variedades, edad del árbol y manejo del huerto.

Bould (1970) presenta un resumen de trabajos y clasifica de la siguiente manera los distintos rangos de concentración de los elementos minerales, los cuales se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Rango de concentraciones de nutrimentos en hojas de manzano. - Muestras tomadas en la parte media de los brotes hacia finales de julio e inicio de agosto.

Nutrimento	Deficiente (con síntomas)	Marginal (no síntomas)	Adecuado (suficiencia)	Alto
* N	1.70-2.00	2.00-2.40	2.40-2.80	> 3.0
P	0.07-0.10	0.10-0.15	0.20-0.25	> 0.3
K	0.04-0.07	0.80-1.20	1.30-1.60	> 2.0
Ca	0.50-0.75	0.80-1.00	1.00-1.60	> 2.0
Mg	0.06-0.15	0.15-0.20	0.25-0.30	> 0.3
** Cu	1-3	3-5	5-10	> 20
Zn	1-5	5-15	15-25	> 30
B	5-15	15-20	25-30	> 40
Mn	5-20	20-25	30-100	> 200

\* Porcentaje en base a peso seco

\*\* ppm como peso seco

Bould (1970) hace un señalamiento importante sobre la interpretación de los rangos y menciona que: Si un nivel adecuado de un nutrimento es encontrado en el período señalado de muestreo, esto no significa que para otros períodos críticos como iniciación de floración o cuajado de fruto, se extrapole el nivel adecuado encontrado en otra fase del desarrollo.

Robinson (1986) presenta e interpreta los rangos de concentración de elementos en el follaje para manzano. En el Cuadro 6 se presenta la información referida.

Cuadro 6. Rangos de concentración de algunos nutrimentos en manzano tomados de la parte media de los brotes del año en curso, hacia finales de enero y mitad de febrero, correspondientes a la fase de inicio de formación de frutos en el oeste de Australia.

Nutrimento	Rango de Concentración					
	Deficiente	Marginal	Crítico	Adecuado	Alto	Tóxico o Excesivo
N (%)	< 1.6	1.6-1.9	- - -	2.0-2.4	2.5-3.0	>3.0
P (%)	< 0.10	0.10-0.14	- - -	0.15-0.20	0.21-0.30	>0.3
K (%)	< 0.8	0.8 -1.1	- - -	1.2 -1.5	1.6 -3.0	>3.0
S (%)	- -	- - - -	- - -	0.2 -0.4	- - -	- -
Ca (%)	< 0.7	0.7 -1.0	- - -	1.1 -2.0	2.1 -2.5	> 2.5
Mg (%)	< 0.15	0.15-0.20	- - -	0.21-0.25	0.26-0.45	> 0.45
Cu (mg/kg)	< 4	4-6	- - -	6-20	21-100	- -
Zn (mg/kg)	<10	10-20	- - -	20-50	> 50	- -
Mn (mg/kg)	<20	20-50	- - -	50-100	100-200	> 200
Fe (mg/kg)	< 60	60-99	- - -	- - -	- - -	> 500
B (mg/kg)	< 15	15-20	- - -	21-40	40-200	- -

La información disponible a nivel nacional al respecto del análisis foliar, es escasa; sin embargo algunas consideraciones sobre fertilización nitrogenada en manzano en la Sierra de Chihuahua, Chihuahua son referidas por Amado (1985) donde en el cultivar "Golden Delicious" sobre patrón estándar, hace las siguientes consideraciones:

- a. La fecha óptima para el muestreo foliar es del 15 de junio al 15 de julio.
- b. Los árboles con deficiencias severas de nitrógeno presentaron una concentración que fluctuó entre 1.6 y 2.22 por ciento asociado con crecimientos vegetativos de 3.4 cm.
- c. Los árboles con suficiencia de nitrógeno registraron valores que fluctúan entre 2.22 y 2.32 por ciento, con crecimientos vegetativos de 5.7 cm.
- d. Para árboles con alto contenido de nitrógeno, la concentración fluctuó entre 2.42 y 2.65 por ciento, mostrándose efectos no deseados en el árbol, como reducción en el tamaño del brote y circunferencia del tronco, así como frutos más pequeños y de menor firmeza.

## 6. El Concepto de "Materiales de Reserva"

Goldschmidt y Golomb (1982) señalan que una porción considerable de materia seca producida a través del proceso de fotosíntesis es depositada en la pared celular como celulosa, hemicelulosa y lignina: por lo tanto, no están disponibles para su futura utilización por las plantas. En cambio, los carbohidratos solubles y el almidón constituyen materiales de reserva que pueden ser utilizados en el crecimiento vegetativo y reproductivo.

Por otra parte, para señalar la poca importancia que se le ha dado en los manuales y libros de texto a los materiales de reserva, Oland (1959) reporta en un estudio exhaustivo sobre las reservas nitrogenadas en manzano, que raramente se hace mención a las reservas nitrogenadas y

que una excepción es el libro de "Fundamentals of fruit production" de Gardner, et al. (1939) en el cual menciona que los nuevos tejidos de crecimiento al inicio de primavera están a expensas de los materiales de reserva, incluyendo el nitrógeno almacenado; por tanto, para un buen crecimiento de los tejidos en primavera, especialmente brotes, hojas y dardos, una reserva abundante de nitrógeno en la estación previa es un requisito primordial.

En cuanto al concepto de materiales de reserva, Thomas, et al. (1956) señalan que una sustancia puede ser clasificada como un material de reserva de alimentación en las plantas cuando a un período de acumulación de la reserva le sigue un período en que la sustancia es mantenida en una concentración relativamente alta y que más tarde disminuye en conexión con los procesos fisiológicos.

### 6.1. La Importancia del Nitrógeno Almacenado en el Crecimiento y Desarrollo de los Árboles Caduficolios

Titus y Kang (1982) resumen en tres grandes etapas el ciclo natural del nitrógeno en manzano:

1. El nitrógeno es movilizado en el otoño de las hojas en senescencia a los tejidos de almacenaje, especialmente en la corteza.
2. El nitrógeno se conserva como proteínas y éstas sufren pocas modificaciones durante el período de descanso.



3. Este nitrógeno es reutilizado en la primavera a través de la hidrólisis de proteínas para desarrollar nuevos tejidos.

Al final de la estación de crecimiento en la senescencia de las hojas, el ciclo comienza otra vez.

Por otro lado, estos mismos autores reportan que no hay duda de que las reservas de nitrógeno influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo al inicio de la primavera en una gran cantidad de condiciones de los huertos de las zonas templadas.

Resultados similares encontró Oland (1959), quien menciona que el crecimiento del año en curso en manzano está en función principalmente del nivel inicial de las reservas de nitrógeno y del suplemento de nitrógeno en la estación en curso. Indica además, que el nitrógeno almacenado parece ser usado para el nuevo crecimiento. Independientemente del aplicado en la estación en curso.

De alguna manera coinciden con lo anterior varios autores, como Harley, et al. (1958), Quinlan (1969), Taylor y Van Den Ende (1969), Priestley (1970) y Hansen (1977).

Harley, et al. (1958) concluyen que el inicio del crecimiento en primavera en manzano depende, principalmente de los nutrientes almacenados en las estructuras del vástago (parte aérea) como fue demostrado por las técnicas de anillado de corteza, donde reportan una correlación positiva entre la cantidad de nitrógeno en el tejido de reserva y la calidad

del nuevo crecimiento de los brotes.

En durazno, Taylor y Van Den Ende (1969) reportan que el crecimiento de los brotes y principalmente la concentración de nitrógeno en las hojas estuvieron en relación y proporción al nivel de nitrógeno almacenado antes de que el crecimiento comenzara. Sin embargo, la floración y el cuajado de frutos no fueron dependientes del nitrógeno almacenado en el invierno anterior, ya que las flores en el tratamiento sin nitrógeno tenían el mismo contenido de nitrógeno que a las que se les aplicó, siendo diferente a lo señalado por Hill-Cottingham y Williams (1967) se interpreta esto, tal vez como que el nitrógeno almacenado en los árboles que no se les aplicó nitrógeno fue preferentemente usado para procesos reproductivos más que para crecimiento vegetativo, según estos autores.

En un estudio clásico al respecto de la distribución de carbohidratos en manzano, Hansen (1977) señala que los materiales de almacenaje son formados principalmente durante cuatro a cinco semanas antes de la caída de las hojas, coincidiendo con Oland (1960) y que la mayor parte de las reservas (más del 75 por ciento) se asume que son usadas para respiración en conexión con el desarrollo de hojas, flores y brotes muy temprano en primavera. En floración, la mayoría de los materiales para crecimiento parecen venir de la producción de fotosintatos del año en curso.

Hansen (1967) de acuerdo con lo anterior, reporta que el almacenaje de carbohidratos en árboles caducifolios debe ser considerado como un factor importante para el crecimiento y desarrollo inicial en primavera, al menos hasta que las nuevas hojas lleguen a ser fotosinteticamente-

autosuficientes.

Al parecer resulta evidente la importancia de los materiales de reserva, ya que cuando ocurre el rompimiento de yemas en primavera, la absorción radical y la superficie foliar fotosintética no están en su óptimo, o bien, aún no se han desarrollado debido a que por un lado no existen hojas y por otro, la actividad del sistema radical no está en su nivel máximo u óptimo. Además de que tal vez el efecto de la reserva parece ser más notorio o sobresaliente cuando el suplemento de nitrógeno en la estación en curso es bajo, asociado a una producción alta de fruta en la estación previa.

## 6.2. Efecto de Algunos Factores sobre las Reservas

### A). Nitrógeno

Beattie (1948) reporta que los niveles de nitrógeno tuvieron efectos considerables en las cantidades de almidón encontrado en los brotes del año en curso y en madera de un año en manzano, menciona además, que al momento de la cosecha se encontró una correlación altamente significativa entre la concentración de nitrógeno y almidón en el crecimiento de ambos brotes, indica además, que la determinación de almidón puede servir como una guía adicional en el diagnóstico del estado del nitrógeno en manzano aunado a otras determinaciones como crecimiento y cantidad de clorofila.

Asimismo, Oland (1959) reporta también respuesta a los niveles de nitrógeno, al año siguiente en árboles jóvenes de manzano. Por otro lado,

Roberts (1921) señala que los carbohidratos decrecen cuando se incrementa el contenido de nitrógeno en los tejidos y aumentan cuando baja el contenido de nitrógeno.

#### B). Manejo del Suelo

En diferentes sistemas de manejo del piso en huertos de manzano, Sullivan y Cullinan (1931) reportan que los brotes de los árboles que recibieron labranza con cultivo de cobertura, tenían un contenido total de nitrógeno mayor que los árboles que estaban bajo césped o alfalfa, reflejándose esto en una mayor ganancia del crecimiento del tronco. En almidón los resultados fueron inversos que para nitrógeno, ya que los árboles con césped mostraron el nivel más alto de almidón que los sometidos a labranza. Sin embargo, en azúcares totales, no hubo marcadas diferencias entre los diferentes tratamientos.

En el artículo referido anteriormente, no se presentan evidencias o factores que hayan influido en las diferencias de los materiales de reserva por el manejo del suelo; sin embargo, parece ser que el efecto del manejo del suelo es indirecto sobre las reservas, modificando algunas propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y esto a su vez, repercute en los procesos relacionados con la acumulación de reservas.

#### C). Niveles de Producción Alta en la Estación Previa

En una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el problema de la alternancia en árboles frutales, Monseline y Goldschmidt (1982) explican-

una serie de factores que probablemente sean causales de dicho problema.- Uno de los factores citados en algunas especies, es cuando en la estación previa se tuvieron niveles de producción de fruta alta, esto influye en un agotamiento de las reservas en las estructuras del árbol y repercute en un nivel bajo en la producción del año siguiente e iniciándose así el ciclo de la alternancia en la producción.

En nogal, Davis y Sparks (1974) señalan que en el año de rendimiento alto, los brotes son más largos, así como las hojas y lo opuesto ocurre en los años de baja producción y esto, está en función de altos y bajos niveles de carbohidratos en las raíces en el invierno después de un año de baja y alta producción respectivamente.

Aunque en manzano, Luckwill (1970), Grochowska (1973) y Hoad (1978) reportan que probablemente la causa del problema de la alternancia sea que en años de alta producción las semillas de los frutos en desarrollo son fuente de hormonas que a su vez, afectan los niveles de almidón e influyen en la escasa diferenciación floral para la estación siguiente.

En relación a esto, Kraybill, et al. (1930) en manzano, Goldschmidt y Golomb (1982) en cítricos y Brown, et al. (1985) en manzano, sugieren que el almidón es el carbohidrato más importante de reserva en el invierno para el crecimiento de ambas especies en la siguiente primavera.

## CAPITULO 3

### MATERIALES Y METODOS

#### 1. Características Generales del Area de Estudio

La investigación de campo se llevó a cabo en el Cañón de los Lirios, dentro de la Sierra de Arteaga, Coahuila, iniciándose a partir del mes de enero de 1986 hasta el mes de abril de 1987.

##### 1.1. Localización Geográfica

La Sierra de Arteaga, está situada entre los 25°15' y 25°40' latitud norte, 100°35' y 101°08' longitud oeste y a 2138 metros sobre el nivel del mar (García, 1973).

##### 1.2. Clima

Cepeda, et al. (1988) señalan que de acuerdo a los registros tomados en las entidades ubicadas en la Villa de Arteaga y en las Congregaciones de San Antonio de las Alazanas, se observan las siguientes condiciones ambientales, la temperatura media anual es de 14.4°C, con una máxima de 36°C y una mínima de -8.5°C. La precipitación media anual es de 550 mm y

la evaporación varía de 1409 a 1618 mm, se presentan 36 días lluviosos al año, la presencia de heladas en la región es muy común, se inician en octubre y terminan en abril, con un registro de 35 días con heladas al año.

### 1.3. Suelos

Dentro de las regiones fisiográficas del estado de Coahuila, a la Sierra de Arteaga se le ubica como la subprovincia de la sierra plegada y en ésta predominan los suelos someros, de origen residual y textura media (Litosoles). Estos suelos se presentan asociados a otros un poco más profundos y oscuros (Rendzinas), o bien, a suelos claros, profundos y de textura media (Regosoles calcáricos). En las bajadas abundan los Regosoles calcáricos y los Xerosoles háplicos, o bien, suelos muy oscuros y profundos del tipo Feozem calcárico, así como los Castañozem cálcicos. Prácticamente todos los suelos de la subprovincia están limitados por alguna fase física, ya sea gravosa, pedregosa o petrocálica (Secretaría de Programación y Presupuesto, SPP, 1983).

### 1.4. Vegetación

En esta subprovincia se encuentran las partes más altas de la Sierra Madre Oriental que hay en el Estado, en condiciones de clima templado subhúmedo, se presentan áreas boscosas a los 3000 m de oyamel - Abies sp y pino Pinus sp. Por debajo de esta comunidad en las laderas expuestas hacia el norte, se encuentran bosques de pino, encino Pinus sp y Quercus sp, con presencia de oyameles. En cambio, en las laderas expuestas hacia el sur, en condiciones de menor humedad que las del

norte se encuentran chaparrales con abundancia de oyameles, pinos y encinos (SPP, 1983).

## 2. Algunas Características del Huerto

El huerto donde se realizó el estudio, es propiedad del Sr. Francisco de la Peña y está localizado en el Cañón de los Lirios en el municipio de Arteaga, Coahuila.

Los árboles seleccionados en el huerto, al inicio del estudio tenían una edad de 13 años y están plantados a una distancia entre líneas de 5 m y entre árboles 4 m, lo cual resulta en una población de 500 árboles/ha.

La variedad seleccionada en el estudio fue "Golden Delicious"-injertada sobre patrón semienano (Malling Merton 111), que es vigoroso y resistente al pulgón lanigero Eriosoma lanigerum. Algunas otras características del patrón utilizado, son las siguientes: resistencia a la sequía, presenta buenos resultados en suelos con baja capacidad de almacenamiento de agua, además de ser resistente a las deficiencias de potasio y magnesio (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1972). Al inicio del estudio, el huerto se regaba con manguera por el método de inundación del cajete, posteriormente se estableció un sistema de riego por goteo, alrededor de la fecha en que estaba el fruto en tamaño de canica, en 1986.



### 3. Diseño de Tratamientos y Diseño Experimental

#### 3.1. Diseño de Tratamientos

Los factores estudiados fueron: nitrógeno, fósforo y acolchado (rastrajo de maíz). Los niveles de estos factores se presentan a continuación en el siguiente cuadro.

Relación de Factores y Niveles en Estudio.

Factor	Niveles					
N	200	400	600	800		g/árbol
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	160	240	320		g/árbol
Rastrojo	0	4	8	12		kg/árbol

Para la selección de tratamientos, se utilizó una matriz Plan -- Puebla I para tres factores con cuatro niveles cada uno. De acuerdo con este arreglo de tratamientos, se generan un total de 14 tratamientos, los cuales se presentan en el Cuadro 7. A los 14 tratamientos generados se les aplicaron 300 g de óxido de potasio por árbol, para luego agregar otros dos tratamientos, así al tratamiento 15 se le aplicaron 500 g de óxido de potasio y al 16 no se le aplicó. Ambos, el 15 y 16 tuvieron los niveles de nitrógeno, fósforo y rastrojo del tratamiento 8. El tratamiento 17 no se le hizo aplicación de fertilizante ni se acolchó (testigo).

Cuadro 7. Lista de tratamientos en estudio.

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Acolchado	K <sub>2</sub> O
1	400*	160 *	4 **	300*
2	400	160	8	300
3	400	240	4	300
4	400	240	8	300
5	600	160	4	300
6	600	160	8	300
7	600	240	4	300
8	600	240	8	300
9	200	160	4	300
10	800	240	8	300
11	400	80	4	300
12	600	320	8	300
13	400	160	0	300
14	600	240	12	300
15	600	240	8	500
16	600	240	8	0
17	0	0	0	0

\* gramos por árbol

\*\* kilogramos de rastrojo por árbol

### 3.2. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un árbol con competencia perfecta.

Las fuentes de fertilizantes utilizadas fueron: sulfato de amonio, superfosfato de calcio triple y sulfato de potasio, en el caso del -

acolchado, se utilizó rastrojo de maíz cosechado en el ciclo anterior (1985) en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Navidad Nuevo León, cabe señalar que el rastrojo fue picado y fraccionado en un molino para preparar alimentos para ganado y por esta razón, quedó fraccionado muy finamente.

### 3.3. Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables registradas, para luego efectuar un análisis factorial de acuerdo con Turrent (1978) y así, obtener los efectos simples e interacciones de los factores en estudio.

Posteriormente, se realizó un análisis de correlación para cada una de las variables registradas durante el trabajo de campo para determinar la asociación entre dichas variables. Además, se realizó un análisis de covarianza para ajustar los datos. La covariable seleccionada fue el área transversal del tronco, para ajustar las siguientes variables: longitud de brotes, número de dardos, producción de fruta y las reservas en la corteza de los brotes (porcentaje de almidón, porcentaje de carbohidratos y porcentaje de nitrógeno total).

## 4. Aplicación de Tratamientos

Los tratamientos fueron aplicados el 26 de marzo de 1986, correspondiendo esta fecha con el estado fenológico de yemas en puntas verdes. Para la aplicación de fósforo y potasio, primeramente se hizo una zanja o

00224

The logo of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) is displayed in a stylized, blue, blocky font. The letters are bold and slightly irregular, with some internal shading or texture. The logo is positioned at the bottom center of the page.

surco de entre 10 y 15 cm de profundidad alrededor de la zona de goteo - de los árboles para posteriormente distribuir el fósforo y potasio en - bandas angostas y luego se taparon con tierra.

Después, el nitrógeno se aplicó sobre la capa de tierra con que se tapó el fósforo y potasio, también se distribuyó alrededor de la zona de goteo, posteriormente se tapó con tierra, de tal manera que tanto el fósforo y el potasio fueron aplicados a una profundidad entre 10 y 15 cm y el nitrógeno más superficialmente, entre 5 y 7 cm. Esto estuvo en razón de la movilidad de estos elementos en el suelo y la distribución de raíces del manzano en el perfil del suelo. Luego al realizar la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio, se aplicó el primer riego de auxilio, pero hasta el día 10 de abril, inundándose el cajete de cada uno de los árboles, utilizando una manguera de plástico de dos pulgadas de diámetro.

Al día siguiente del riego, se aplicó el rastrojo, distribuyéndose se homogéneamente sobre el área del cajete.

## 5. Variables Registradas y Métodos Usados

### 5.1. Indices de Crecimiento de los Árboles

#### 5.1.1. Longitud de Brotes

Se seleccionaron cinco brotes para cada uno de los árboles, tomando en cuenta que estuvieran orientados a los cuatro rumbos cardinales (norte, sur, oriente y poniente) y además, se seleccionó uno al centro -

para totalizar cinco brotes.

Al final del crecimiento de los brotes, se registró la longitud de cada uno, se obtuvo un promedio de los cinco y este valor fue utilizado en los análisis estadísticos que se realizaron al respecto de esta variable.

#### 5.1.2. Area Transversal del Tronco

Al momento de la selección de los árboles que constituyeron las unidades experimentales, se tomaron en cuenta el área transversal del tronco y el porte del árbol para tener una población lo más homogénea posible. Se marcaron los árboles a una altura de 40 cm sobre el suelo para registrar la circunferencia del tronco y luego transformarla a área transversal del tronco. Esta variable se registró al inicio y al finalizar el crecimiento del tronco.

### 6. Muestreo de Hojas para Análisis Foliar

#### 6.1. Metodología y Frecuencia de Muestreo

Se realizaron dos muestreos de hojas para determinarles su concentración mineral; el primer muestreo se efectuó el 25 de junio y el segundo al momento de la cosecha, el 5 de septiembre.

Las hojas fueron tomadas de la sección de los brotes del año en curso, seleccionándolas de la parte media de éstos y desprendiéndolas

junto con el peciolo. Las hojas para ser seleccionadas tenían además de es tar sanas, que encontrarse hacia el final o bien, en su máximo crecimiento. Todas las hojas se tomaron de la parte media del árbol. Se tomaron alrededor de 20-30 hojas por árbol y luego se mezclaron para cada uno de los tra tamientos, para así tener muestras mezcladas por tratamiento provenientes de las cuatro repeticiones.

## 6.2. Manejo y Metodología de Análisis

Las hojas muestreadas fueron transportadas al laboratorio para ser lavadas con agua destilada durante dos ocasiones para eliminar impurezas, para después ser secadas en la estufa hasta peso constante, luego fueron molidas para así ser llevadas al laboratorio de suelos del Programa Nacional de Aprovechamiento del Agua (PRONAPA), ubicado en Lerdo Durango, donde fueron analizadas.

Los métodos utilizados en las determinaciones de los minerales fueron los siguientes:

- a. Nitrógeno por Micro-Kjeldahl
- b. Fósforo por Colorimetría
- c. Calcio, Magnesio, Potasio y Hierro por Absorción Atómica

## 7. Producción de Fruta

El día 5 de septiembre de 1986 se realizó la recolección de la fruta, primeramente se cosecharon todos los frutos de cada uno de los

árboles, luego fueron transportados en cajas hacia un almacén dentro del mismo rancho, para realizar una clasificación de los frutos por categoría. En base al tamaño de los frutos se establecieron las siguientes categorías: extra, primera, segunda, tercera, canica y frutos de desecho. Para cada uno de los tratamientos se contó el número y peso de frutos por categoría, para luego la suma de los pesos de los frutos por categoría nos daría la producción total de fruta por árbol.

## 8. Características del Fruto

### 8.1. Resistencia de la Pulpa de los Frutos al Penetrómetro

Se seleccionaron dos frutos para cada una de las categorías (extra, primera, segunda, tercera y canica) y para cada uno de los frutos se tomaron dos lecturas: una en la parte media y la segunda en el lado opuesto del fruto en relación a donde se tomó la primera lectura, de tal manera que se tuvieron un total de cuatro lecturas para cada una de las categorías, provenientes de dos observaciones por cada uno de los dos frutos-muestreados. Para luego, sacar un valor promedio de las cuatro lecturas por categoría.

Posteriormente, se promedió sobre las categorías de extra y primera para obtener un solo valor, realizando la misma operación para las categorías de segunda y tercera. Todas las lecturas fueron tomadas con un penetrómetro de frutos tipo manual, un día posterior a la recolección.

## 8.2. Sólidos Solubles en el Jugo Celular de los Frutos

Se seleccionaron dos frutos para cada una de las categorías (extra, primera, segunda y tercera) y para cada uno de los frutos se tomó una lectura, para luego obtener un valor promedio para cada categoría, proveniente de un total de dos observaciones por categoría. Posteriormente, se sacó un valor promedio de las categorías extra y primera y otro para las de segunda y tercera categoría. Todas las lecturas fueron tomadas con un refractómetro manual y se realizaron un día después a la recolección de frutos.

## 9. Niveles de Reserva en la Corteza de los Brotes

Se realizaron dos muestreos de corteza en el presente estudio, el primero el 10 de febrero de 1987 y el segundo el 10 de marzo del mismo año. Ambos muestreos fueron realizados de la siguiente manera: se cortaron alrededor de cuatro a seis brotes por unidad experimental, para luego mezclar todos los brotes de cada tratamiento, es decir, se agrupan las cuatro repeticiones de cada uno de los tratamientos.

Los brotes muestreados contenían los crecimientos correspondientes a los dos años anteriores (1985-1986). Posteriormente, dichos brotes fueron seccionados en dos partes exactamente en el límite de los dos años señalados, para luego eliminar las yemas vegetativas en los brotes del 86 y los dardos en los del 85. Finalmente, se descortezaron ambas secciones de crecimiento para todos los tratamientos, de tal manera que se tuvieron



dos observaciones por tratamiento; una para brotes del 85 y otra para los del 86, para cada uno de los dos muestreos, la corteza fue secada a la estufa hasta llegar a peso constante (seco), para después ser llevadas al laboratorio de Ciencias Básicas de la UAAAN.

Las determinaciones que se realizaron en las muestras de corteza fueron las siguientes:

- a. Porcentaje de nitrógeno total por el método de Kjeldahl
- b. Porcentaje de almidón por método indirecto de Fehling
- c. Porcentaje de carbohidratos solubles en alcohol por Soxhlet

#### 10. Número de Dardos

Los incrementos en yemas florales (dardos) fueron estimados en base al siguiente método de muestreo.

En febrero de 1986 se seleccionó una rama lateral con la misma orientación y con diámetro similar para todos los árboles para posteriormente, a partir de la base de la rama contar 50 yemas florales (dardos) y luego delimitar mediante una marca en la base y en el punto donde se contaron las 50 yemas, para así, el año siguiente volver a realizar el conteo y así estimar los incrementos por efecto de los tratamientos en estudio.

## CAPITULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSION

No se encontraron efectos significativos de la covariable (área transversal del tronco) sobre ninguna de las variables dependientes, esto es que las variaciones observadas en las variables dependientes (longitud de brotes, número de dardos, producción de fruta, porcentaje de almidón, porcentaje de carbohidratos y porcentaje de nitrógeno total) no son atribuibles a la covariable (área transversal del tronco).

Por una parte, la uniformidad del huerto en edad, manejo y vigor - además de los criterios utilizados en la selección de los árboles que constituyeron las unidades experimentales, explican en parte los resultados encontrados, es decir, que los valores de área transversal del tronco son muy similares y por lo tanto, no afectan las variables señaladas, de tal manera que los distintos análisis que se presentan a continuación son con los datos originales, ya que no hubo necesidad de ajustarlos por lo anteriormente señalado.

## 1. Indices de Crecimiento de los Arboles

### 1.1. Longitud de Brotes

Lós valores de los crecimientos de los brotes del año en curso - se presentan en el Cuadro 8, observándose dichos valores entre 5.86 y - 11.39 cm, los cuales fueron el mínimo y máximo crecimiento respectivamente de los tratamientos. La media general fue 10.14 cm; sin embargo, al - comparar la media general de los crecimientos de 1986 (10.14 cm) con la - de 1985 (22.50 cm), resulta evidente que los crecimientos del año anterior a la aplicación de tratamientos fueron muy superiores, es decir, más del - doble.

Cuadro 8. Crecimiento de los brotes vegetativos durante 1986. Promedio de cinco observaciones por unidad experimental (datos expresados - en cm).

Trat. #	I	II	III	IV	Total	$\bar{X}$
1	7.20	9.34	7.92	8.15	32.61	8.15
2	13.06	9.96	11.50	10.72	45.24	11.31
3	7.78	12.92	11.87	8.70	41.27	10.32
4	8.48	9.77	8.80	15.92	42.97	10.74
5	10.04	11.96	8.10	11.60	41.70	10.43
6	5.10	8.32	9.82	9.90	33.14	8.29
7	12.17	6.48	13.55	13.36	45.56	11.39
8	12.92	12.70	6.56	12.06	44.24	11.06
9	6.54	6.36	4.70	5.82	23.42	5.86
10	7.20	8.50	14.18	12.84	42.72	10.68
11	6.90	11.64	8.76	10.50	37.80	9.45
12	7.84	8.94	13.22	11.60	41.60	10.40
13	11.56	10.48	8.30	10.03	40.37	10.09
14	12.90	9.36	11.43	10.70	44.39	11.10
15	9.72	11.42	10.22	11.70	43.06	10.77
16	12.75	7.06	11.98	13.12	44.91	11.23
17	12.92	9.22	8.51	11.76	42.41	10.60

Resulta interesante relacionar la producción alta de fruta y los crecimientos de los brotes mayores en el año anterior con la producción baja y los crecimientos mucho menores en el año siguiente en que se inició el estudio, ya que según Heim, et al. (1979) los incrementos en diámetro del tallo y área foliar por árbol son mayores en condiciones de baja producción de fruta o eliminación de ésta, que en alta producción de frutos en manzano. Sin embargo, otros factores tales como poda, clima, que no fueron registrados en años anteriores al estudio, probablemente tuvieron efecto.

Al realizar el análisis de varianza de los datos de crecimiento de los brotes, no se encontró significancia a los tratamientos en estudio, dicho análisis se presenta en el Cuadro 36.

Posteriormente, se realizó el análisis factorial para obtener los efectos simples e interacciones de los factores en estudio, presentándose los resultados en el Cuadro 9 y del cual se señala lo siguiente. Ninguno de los efectos de los tratamientos dentro del cubo, presenta significancia ya que no rebasan el valor del efecto mínimo significativo (EMS); sin embargo, el efecto factorial medio (EFM) de fósforo (1.33), se acerca al del EMS (1.39) y por tanto, se justifica hacer la comparación hacia el nivel bajo de las prolongaciones; sin embargo, tampoco existe significancia.

Al hacer la comparación hacia el nivel bajo de nitrógeno (tratamiento 9) con el valor medio de los primeros ocho tratamientos (10.21). la diferencia es de 4.35, la cual supera ampliamente al valor de la diferencia mínima significativa (DMS) (2.52), lo cual significa que hay respuesta

Cuadro 9. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre el crecimiento de los brotes en 1986.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates		EFT	EFM	$\bar{X}$
						(1)	(2)			
1	400	160	4	(1)	32.61	77.85	162.09	326.73	10.21	8.15
2	400	160	8	(r)	45.24	84.24	164.64	4.45	0.278	11.31
3	400	240	4	(p)	41.27	74.84	14.33	21.35	1.334	10.32
4	400	240	8	(pr)	42.97	89.80	-9.88	-3.69	-0.230	10.74
5	600	160	4	(n)	41.70	12.63	6.39	2.55	0.159	10.43
6	600	160	8	(nr)	33.14	1.70	14.96	-24.21	-1.513	8.29
7	600	240	4	(np)	45.56	-8.56	-10.93	8.57	0.535	11.39
8	600	240	8	(npr)	44.24	-1.32	7.24	18.17	1.135	11.06
9	200	160	4		23.42					5.86
10	800	240	8		42.72					10.68
11	400	80	4		37.80					9.45
12	600	320	8		41.60					10.40
13	400	160	0		40.37					10.09
14	600	240	12		44.39					11.10
15	600	240	8		43.06					10.77
16	600	240	8		44.91					11.23
17	0	0	0		42.41					10.60

EMS = 1.397

DMS = 2.52

a la dosis de nitrógeno al pasar del nivel más bajo (200 g) al nivel superior (400 g).

Es muy interesante señalar que el EFM del tratamiento testigo (10.60) resulta muy superior al del tratamiento 9 (5.86); sin embargo, se considera que habría que tener un seguimiento de estos tratamientos en los siguientes años, para tener más elementos para explicar estos resultados, ya que si observamos, el valor medio del área transversal del tronco del tratamiento 9 al inicio del estudio, resultó ser el más bajo de todos los tratamientos y por el contrario, el valor de esta característica en el testigo fue de los tratamientos más altos. Asimismo, en este tratamiento (9), en el año anterior (1985), se tuvo el valor más bajo en longitud de brotes; por lo tanto, resulta difícil explicar la significancia a nitrógeno en el crecimiento de los brotes. Sin embargo, como ya se señaló, es conveniente seguir el análisis de la tendencia de los tratamientos en los años siguientes, tomando en cuenta estos resultados y tendencias sobre la respuesta a nitrógeno y la tendencia a fósforo sobre el crecimiento de los brotes.

## 1.2. Área Transversal del Tronco

Los incrementos en área transversal del tronco en el período de crecimiento en 1986, se presentan en el Cuadro 10, donde se observa que los valores variaron de 3.45 a 9.04 cm<sup>2</sup>.

Los resultados fueron sometidos a una prueba de análisis de varianza, el cual se presenta en el Cuadro 36, donde no se encontró

diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 10. Incrementos en el área transversal del tronco en 1986. Datos - expresados en  $\text{cm}^2$ .

No. de Trat.	I	II	III	IV	Total	$\bar{X}$
1	4.51	5.29	3.90	3.59	17.29	4.32
2	3.79	3.61	4.05	6.55	18.00	4.5
3	5.48	10.88	6.50	9.60	32.46	8.11
4	6.03	6.11	3.58	0.5	16.22	4.05
5	1.60	5.60	4.24	13.87	25.31	6.33
6	2.62	6.26	5.07	8.99	22.94	5.73
7	5.19	10.09	10.52	10.36	36.16	9.04
8	5.12	0.96	4.34	4.26	14.68	3.67
9	1.61	3.23	3.15	5.83	13.82	3.45
10	6.5	3.78	6.07	13.41	29.76	7.44
11	0.96	9.27	6.33	4.83	21.39	5.35
12	5.43	2.43	4.76	1.73	14.35	3.59
13	6.87	1.28	4.21	2.58	14.94	3.73
14	4.1	2.42	6.53	4.46	17.51	4.38
15	3.36	5.42	6.62	11.32	26.72	6.68
16	10.25	6.97	4.21	4.32	25.75	6.44
17	4.73	2.17	3.86	4.85	15.61	3.90

Posteriormente, se realizó el análisis factorial, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 11 y del cual se puede señalar que no existe

Cuadro 11. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre los incrementos en el área transversal del tronco 1986.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates			$\bar{X}$	
						(1)	(2)	EFT. EFM		
1	400	160	4	(1)	17.29	35.29	83.97	183.06	5.72	4.32
2	400	160	8	(r)	18.00	48.68	99.09	-39.38	-2.46	4.50
3	400	240	4	(p)	32.46	48.25	-15.53	15.98	0.998	8.11
4	400	240	8	(pr)	16.22	50.84	-23.85	-36.06	-2.25	4.05
5	600	160	4	(n)	25.31	0.71	13.39	15.12	0.94	6.33
6	600	160	8	(nr)	22.94	-16.24	2.59	-8.32	-0.52	5.73
7	600	240	4	(np)	36.16	-2.37	-16.95	-10.8	-0.67	9.04
8	600	240	8	(npr)	14.68	-21.48	-19.11	-2.16	-0.13	3.67
9	200	160	4		13.82					3.45
10	800	240	8		29.76					7.44
11	400	80	4		21.39					5.35
12	600	320	8		14.35					3.59
13	400	160	0		14.94					3.73
14	600	240	12		17.51					4.38
15	600	240	8		26.72					6.68
16	600	240	8		25.75					6.44
17	0	0	0		15.61					3.90

EMS = 1.587

DMS = 2.86



diferencia entre tratamientos, ya que dentro de los tratamientos correspondientes al cubo, ninguno de éstos rebasa el valor del EMS y fuera de éste, tampoco ninguno rebasa a la DMS.

Cuadro 12: Area transversal del tronco en  $\text{cm}^2$  al inicio del estudio, antes de iniciar el crecimiento en 1986.

No. de Trat.	I	II	III	IV	Total	$\bar{X}$
1	42.09	36.44	31.19	31.83	141.55	35.39
2	35.42	32.15	33.76	34.09	135.42	33.86
3	34.09	33.44	42.83	35.09	145.45	36.36
4	41.73	42.83	31.51	47.37	163.44	40.86
5	31.19	35.76	37.12	39.92	143.99	36.00
6	32.47	39.57	33.44	43.57	149.05	37.26
7	35.09	28.42	39.21	35.09	137.81	34.45
8	54.62	31.19	38.86	37.47	162.14	40.54
9	31.83	31.19	29.64	34.09	126.75	31.69
10	42.83	29.33	32.79	37.12	142.07	35.52
11	31.83	35.42	31.83	41.00	140.08	35.02
12	38.51	36.78	29.33	36.78	141.40	35.35
13	42.46	31.83	30.88	41.36	146.53	36.63
14	34.76	36.44	43.20	49.33	163.73	40.93
15	33.76	33.44	31.19	36.44	134.83	33.71
16	47.76	28.12	30.88	38.51	145.27	36.18
17	42.65	36.97	35.74	44.49	159.85	39.96

Cuadro 13. Area transversal del tronco en  $\text{cm}^2$  al finalizar el crecimiento durante 1986.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	46.60	41.73	33.09	35.42	39.71
2	39.21	35.76	37.81	40.64	38.35
3	39.57	44.32	49.33	44.69	44.48
4	47.76	48.94	35.09	47.87	44.91
5	32.79	41.36	41.36	53.79	42.33
6	35.09	45.83	38.51	52.56	43.00
7	40.28	38.51	49.73	45.45	43.49
8	59.74	32.15	43.20	41.73	44.21
9	33.44	34.42	32.79	39.92	35.14
10	49.33	33.11	38.86	50.53	42.96
11	32.79	44.69	38.16	45.83	40.37
12	43.94	39.21	34.09	38.51	38.94
13	49.33	33.11	35.09	43.94	40.37
14	38.86	38.86	49.73	53.79	45.31
15	37.12	38.86	37.81	47.76	40.39
16	58.01	35.09	35.09	42.83	42.76
17	47.38	39.14	39.60	49.34	43.87

## 2. Análisis Foliar

### 2.1. Primer Análisis Foliar

En el Cuadro 14 se presentan los resultados del primer análisis foliar, el porcentaje de nitrógeno total varió de 2.55 a 3.01, lo cual en términos generales, se puede señalar que se encuentran en niveles de suficiencia. Sin embargo, de acuerdo con Robinson (1986) Cuadro 6, las

concentraciones de nitrógeno se encuentran en 16 de los 17 tratamientos, en la categoría alta y uno de los tratamientos (tratamiento 5) se encuentra en la categoría de tóxico o excesivo.

Cuadro 14. Concentración de elementos minerales en el follaje en hojas-tomadas de la parte media de los brotes del crecimiento del año en curso. Primer análisis foliar.

No. de Trat.	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe ppm
1	2.75	0.143	1.1	3.1	0.33	78
2	2.78	0.152	1.2	3.4	0.36	73
3	2.64	0.144	1.1	3.1	0.34	69
4	2.73	0.130	1.1	3.2	0.34	70
5	3.01	0.149	1.1	3.2	0.37	72
6	2.75	0.143	1.1	2.6	0.37	70
7	2.83	0.144	1.0	2.5	0.37	80
8	2.55	0.149	1.1	3.0	0.37	70
9	2.59	0.139	1.0	3.4	0.38	72
10	2.90	0.139	1.1	3.4	0.38	70
11	2.87	0.139	1.1	3.2	0.31	72
12	2.89	0.139	1.1	3.2	0.31	70
13	2.89	0.155	1.1	3.2	0.36	70
14	2.80	0.143	1.2	3.5	0.39	80
15	2.69	0.139	1.2	3.8	0.32	79
16	2.87	0.154	1.1	3.5	0.37	89
17	2.99	0.147	1.1	3.25	0.36	68.5

Resalta la concentración del tratamiento testigo (0-0-0), ya que presenta un valor de 2.99 por ciento, es decir, de las más altas; asimismo el nivel más bajo (200 g) de nitrógeno presenta una concentración de 2.55 por ciento y el más alto (800 g) es de 2.90 por ciento, lo cual muestra una

ligera tendencia a aumentar por efecto de la dosis de nitrógeno. Sin embargo, el tratamiento testigo presenta valores aún más altos que el nivel más alto en nitrógeno. En la interpretación sobre los rangos de concentración que presenta Bould (1970) en el Cuadro 5, la mayor parte de los tratamientos (16) se ubican en el rango adecuado o suficiencia y solo un tratamiento en la categoría alta, de tal manera que la mayoría de los tratamientos se ubican hacia el extremo del rango de suficiencia o adecuado.

Por lo que respecta a los niveles de fósforo en el follaje, éstos variaron de 0.130 a 0.155 por ciento, estos resultados de acuerdo con Robinson (1986), se ubican un total de 11 tratamientos en la categoría de marginal y seis en la categoría de adecuado, pero en el nivel mínimo de dicho rango. En la interpretación sobre los rangos de concentración que presenta Bould (1970) en el Cuadro 5, todos los tratamientos se ubican también en la categoría de marginal (no síntomas) muy por debajo de la concentración de suficiencia o adecuadas.

Shear y Faust (1980) presentan también valores del rango normal de fósforo, que superan a la mayoría de los tratamientos en estudio. En general, se puede señalar que el análisis foliar de fósforo presenta concentraciones marginales cercanas a los síntomas de deficiencia. En cuanto a los niveles de potasio en el follaje, estos presentan bastante homogeneidad y varían de 1.0 a 1.2 por ciento, los cuales se ubican la mayoría en la categoría de marginal, en el nivel superior del rango señalado por Robinson (1986), en el Cuadro 6, y tres tratamientos en la categoría de adecuado en el nivel mínimo del rango señalado. De acuerdo con Bould (1970) y con la información presentada en el Cuadro 5, las concentraciones

de potasio en el follaje de todos los tratamientos están dentro de la categoría de marginal y lejos de la categoría de adecuado o suficiencia.

De tal manera que en lo que respecta a los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el follaje, de una manera más concreta se puede señalar que en cuanto a nitrógeno las concentraciones tienden a ubicarse por encima de las categorías de adecuado, es decir, en términos generales, altas.

Asimismo, en cuanto a fósforo, las concentraciones en el follaje se encuentran en la categoría de marginal y por lo que se refiere a potasio, éstas se encuentran en la categoría marginal y tienden a ubicarse al siguiente nivel, o sea, el de suficiencia.

La interpretación de estos resultados, tiene que hacerse también en función de la concentración de otros iones que interaccionan con los señalados, ya que es el balance de iones el que determina mejores condiciones de nutrición y no la concentración individual de éstos.

Cain y Boynton (1948) y Weeks, et al. (1952) presentan y discuten resultados similares sobre decrementos de fósforo y potasio en el follaje por efecto de dosis altas de nitrógeno inorgánico. Señalan además que también el calcio y magnesio se incrementan simultáneamente por el mismo efecto. Las concentraciones de calcio variaron de 2.5 a 3.8 por ciento y de acuerdo con Robinson (1986) se ubican en el nivel tóxico o excesivo, mientras que de acuerdo con Bould (1970) las concentraciones se ubican muy por encima de la categoría alta. Los niveles de calcio son

tan altos que resultan de lo más interesante del análisis foliar.

En lo que se refiere a los niveles de magnesio en el follaje, varían de 0.31 a 0.39 por ciento y se ubican en los niveles superiores de la categoría alta de acuerdo con Bould (1970) y Robinson (1986) de tal manera que tanto nitrógeno, calcio y magnesio se encuentran a niveles altos y tanto fósforo como potasio a niveles bajos. Cullinan y Batjer (1943) coinciden también con los resultados de este trabajo, ya que a niveles altos de nitrógeno hubo un decremento de fósforo y potasio en el follaje. Por otro lado, Ruíz (1986b) también señala que incrementos de nitrógeno disminuyen los niveles de potasio y aumentan los de calcio.

## 2.2. Segundo Análisis Foliar

Este se realizó al momento de la cosecha y los resultados se presentan en el Cuadro 15, por lo que respecta a nitrógeno, las concentraciones variaron entre 1.82 a 2.39 por ciento, es decir, bajan significativamente hacia el final de la estación, lo cual coincide con Rogers et al. (1953), Mason y Whitfield (1960), Emmert (1959) y las concentraciones no presentan mucha variación respecto de la presentada por los autores referidos.

Por lo que se refiere a las concentraciones de fósforo, fluctúan entre 0.081 a 0.143 por ciento, presentan una tendencia a disminuir conforme avanza la estación de crecimiento.

Cuadro 15. Concentración de elementos minerales en el follaje en hojas tomadas de la parte media de los brotes del crecimiento del año-en curso. Segundo análisis foliar.

No. de Trat.	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)
1	2.31	0.143	0.96	0.69	0.21	102
2	2.22	0.125	1.02	1.81	0.21	106
3	2.31	0.130	1.12	1.62	0.20	113
4	2.15	0.129	0.95	1.76	0.23	102
5	1.82	0.137	0.92	1.93	0.24	83
6	2.17	0.120	0.88	1.55	0.22	97
7	2.31	0.130	0.93	1.74	0.24	115
8	2.17	0.098	0.87	1.64	0.25	87
9	2.22	0.127	0.85	1.92	0.25	84
10	2.36	0.135	0.94	1.94	0.25	87
11	2.34	0.141	0.97	1.96	0.21	94
12	2.13	0.081	1.00	1.74	0.20	125
13	2.20	0.121	1.01	1.45	0.20	90
14	2.39	0.103	0.97	1.61	0.22	94
15	2.31	0.131	0.97	1.62	0.21	89
16	2.22	0.102	0.94	1.91	0.25	101
17	2.21	0.116	0.98	1.73	0.23	84.5

En cuanto a las concentraciones de potasio, fluctúan entre 0.85 y 1.12 por ciento, presentan también la misma tendencia a disminuir la concentración conforme avanza el ciclo del manzano y tanto para fósforo como para potasio, los siguientes autores coinciden con dicha tendencia; Rogers, et al. (1953), Mason y Whitfield (1960) y Emmert (1959). Sin embargo, en los niveles de calcio, existe una tendencia inversa a la planteada por los autores referidos anteriormente, ya que en nuestro análisis, las concentraciones disminuyeron significativamente conforme avanzó la

estación de crecimiento.

### 3. Producción de Fruta

Los rendimientos de fruta por unidad experimental se presentan en el Cuadro 16, los cuales fluctuaron entre 1.82 y 6.02 kg/árbol, de acuerdo con los valores medios de los tratamientos. En general, los rendimientos de todos los tratamientos fueron muy bajos, la producción de fruta el año anterior fue alta, según versión del dueño del huerto.

Cuadro 16. Producción de fruta total por unidad experimental (árbol) en 1986. Datos expresados en kg/árbol.

No. de Trat.	I	II	III	IV	Total	$\bar{X}$
1	0.650	3.950	3.150	2.000	9.750	2.44
2	3.825	7.975	2.725	7.225	21.750	5.44
3	0.700	8.275	3.110	3.775	15.860	3.97
4	1.150	9.025	5.375	3.350	18.900	4.73
5	0.100	2.100	6.730	7.400	16.330	4.08
6	1.325	2.450	1.225	12.375	17.370	4.34
7	0.135	3.500	8.925	6.325	18.88	4.72
8	0.900	1.210	2.500	2.675	7.28	1.82
9	0.925	0.800	2.900	3.575	8.20	2.05
10	8.250	3.450	2.450	9.945	24.10	6.02
11	1.000	1.375	2.900	5.775	11.05	2.76
12	1.000	8.825	4.300	5.070	19.20	4.80
13	1.575	0.650	4.075	1.425	7.73	1.93
14	0.825	7.060	5.375	6.225	19.49	4.87
15	0.000	4.575	3.700	8.150	16.43	4.11
16	0.100	1.100	4.625	3.875	9.70	2.43
17	6.012	1.087	4.365	4.362	15.826	3.956



Siendo conocido el fenómeno de alternancia que se presenta en el cultivar "Golden Delicious", para el año en que se inició el estudio (1986), se esperaba ya una producción baja debido a la escasa diferenciación de yemas en el verano anterior. Sin embargo, otros factores se asociaron para determinar la baja producción, tales como un porcentaje de brotación de yemas de 15.62, el cual es el promedio de los 17 tratamientos y fue calculado en base a una sección de rama. Este bajo porcentaje de brotación pudo ser debido a no haber completado sus requerimientos de frío durante el invierno 85-86 y a las bajas temperaturas ocurridas en la última semana del mes de marzo, las cuales dañaron totalmente las flores del cultivar "Red Delicious", el cual brota antes que el "Golden Delicious" y que también ocasionaron daño a este cultivar a pesar de estar en un estado de desarrollo anterior. Cabe señalar que en el huerto fueron aplicados compensadores de frío en ese año.

El primer riego en el huerto se aplicó hasta el día 10 de abril, esto con la finalidad de retrasar la brotación para escapar a las heladas tardías, según opinión del dueño del huerto. Es probable que este riego fuese aplicado en un momento tardío, ya que en la fecha en que se aplicó el manzano se encontraba en floración y esto afecta dicho proceso.

Se realizó un análisis de varianza, el cual se presenta en el Cuadro 36, en el cual no hubo significancia. Posteriormente, se realizó un análisis factorial para observar efectos simples e interacciones de los factores en estudio, los cuales se presentan en el Cuadro 17, y de éste se observa lo siguiente: en la producción de fruta no se encontraron diferencias significativas ni dentro del cubo ni hacia las prolongaciones,

Cuadro 17. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre la producción de fruta en 1986.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Método Automático			$\bar{X}$	
						(1)	de Yates (2)	EFT EFM		
1	400	160	4	(1)	9.75	31.5	66.26	126.12	3.94	2.44
2	400	160	8	(r)	21.75	34.76	59.86	4.48	0.28	5.44
3	400	240	4	(p)	15.86	33.70	15.04	-4.28	-0.27	3.97
4	400	240	8	(pr)	18.90	26.16	-10.56	-21.60	-1.35	4.73
5	600	160	4	(n)	16.33	12.00	3.26	-6.40	-0.40	4.08
6	600	160	8	(nr)	17.37	3.04	-7.54	-25.60	-1.60	4.34
7	600	240	4	(np)	18.88	1.04	-8.96	-10.80	-0.68	4.72
8	600	240	8	(npr)	7.28	-11.60	-12.64	-3.68	-0.23	1.82
9	200	160	4		8.20					2.05
10	800	240	8		24.10					6.02
11	400	80	4		11.05					2.76
12	600	320	8		19.20					4.80
13	400	160	0		7.73					1.93
14	600	240	12		19.49					4.87
15	600	240	8		16.43					4.11
16	600	240	8		9.7					2.43
17	0	0	0		15.83					3.96

EMS = 1.579

DMS = 2.847

por lo que se puede señalar que por ser el primer año de estudio, no es muy probable encontrar respuesta a los tratamientos en estudio.

Probablemente por tener un manejo uniforme la huerta en todos los años anteriores, tal vez en el primer año en que se variaron los tratamientos (manejo), no se tenga respuesta en esta variable; sin embargo, se deben empezar ya a mostrar efectos en algunas otras variables que más adelante serán discutidas.

#### 4. Características del Fruto

##### 4.1. Resistencia de la Pulpa de los Frutos al Penetrómetro en la Categoría Extra-Primera

Los valores de resistencia de la pulpa de los frutos correspondientes a la categoría de extra-primera, se presentan en el Cuadro 18, los cuales varían entre 4.13 y 4.60.

Estos datos fueron sometidos a un análisis de varianza, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 36, en el cual se observa que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Posteriormente, se realizó un análisis factorial para obtener los efectos simples e interacciones de los factores en estudio, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 19 y del cual se señala lo siguiente. Todos los efectos factoriales dentro del cubo son negativos, a excepción del efecto de (np), que resulta ser positivo y significativo, ya que el valor de EFM (0.1687) supera el valor del EMS (0.1273). De tal manera que para estimar una mayor precisión se

promedia sobre el factor rastrojo.

Cuadro 18. Resistencia de la pulpa del fruto al penetrómetro. Promedio - de la fruta de categoría extra-primera, datos expresados en -  $\text{kg/cm}^2$ .

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	4.4	4.7	4.3	4.3	4.43
2	4.6	4.2	4.7	4.4	4.48
3	3.9	4.3	4.5	4.2	4.23
4	4.5	4.4	4.2	4.3	4.35
5	4.3	4.5	4.4	4.1	4.33
6	4.1	4.1	4.4	4.3	4.23
7	4.6	4.9	4.6	4.3	4.60
8	4.7	4.3	4.2	4.0	4.30
9	3.9	4.4	4.1	4.2	4.15
10	4.4	4.3	4.2	4.2	4.28
11	4.2	4.1	3.9	4.6	4.20
12	4.3	4.3	4.3	4.3	4.30
13	4.6	4.4	4.2	4.4	4.40
14	4.7	3.8	4.0	4.0	4.13
15	4.1	4.1	4.0	4.3	4.13
16	4.3	4.2	4.4	4.3	4.30
17	4.5	4.5	4.6	4.3	4.50

Al hacer el análisis hacia las prolongaciones del cubo, con los - dos factores que resultaron significativos (np), al comparar el promedio - de los tratamientos uno y dos que se asocian con el tratamiento (400-160-4) con el tratamiento nueve (200-160-4), la diferencia (0.30) entre los - rendimientos asociados (4.45 - 4.15) resulta ser significativa, ya que su - per el valor de la DMS (0.265). Por tanto, existe respuesta a la dosis -

Cuadro 19. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre la resistencia de la pulpa de los frutos de categoría extra-primera.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Metodo Automático de Yates			$\bar{X}$	
						(1)	(2)	EFT		EFM
1	400	160	4	(1)	17.7	35.6	69.9	139.7	4.36	4.43
2	400	160	8	(r)	17.9	34.3	69.8	-0.9	-0.056	4.48
3	400	240	4	(p)	16.9	34.2	0.7	0.1	-0.0062	4.23
4	400	240	8	(pr)	17.4	35.6	-1.6	-0.5	-0.031	4.35
5	600	160	4	(n)	17.3	0.2	-1.3	-0.1	-0.006	4.33
6	600	160	8	(nr)	16.9	0.5	1.4	-2.3	-0.143	4.23
7	600	240	4	(np)	18.4	-0.4	0.3	2.7	0.1687	4.60
8	600	240	8	(npr)	17.2	-1.2	-0.8	-1.1	-0.068	4.30
9	200	160	4		16.6					4.15
10	800	240	8		17.1					4.28
11	400	80	4		16.8					4.20
12	600	320	8		17.2					4.30
13	400	160	0		17.6					4.40
14	600	240	12		16.5					4.13
15	600	240	8		16.5					4.13
16	600	240	8		17.2					4.30
17	0	0	0		18.0					4.50

EMS = 0.1273

DMS = 0.265

de nitrógeno al pasar del nivel bajo (200 g de nitrógeno/árbol) al nivel superior (400 g de nitrógeno/árbol) asociado con el nivel (160 g de pentóxido de fósforo/árbol).

La interpretación de esto, pudiese ser que el valor bajo de nitrógeno en el espacio de exploración, se asocia con un valor bajo en resistencia de la pulpa, es decir, hay fruta de mayor firmeza en la categoría extra-primerá con dosis altas de nitrógeno.

Estos valores difieren de los reportados por Mason (1969) y Williams y Billingsley (1974), ya que ellos señalan que la menor firmeza del fruto estuvo asociado con las dosis altas de nitrógeno. Sin embargo, como en este estudio se incluyeron otros elementos minerales como fósforo y potasio, tal vez esto además de los rangos de exploración estudiados para nitrógeno, se asocien para presentar resultados diferentes. Sin embargo, el tratamiento testigo (0-0-0) tiene un valor de resistencia de 4.5, que corresponde al más alto de los tratamientos fuera del cubo y el segundo más alto dentro del cubo, es decir, el tratamiento sin fertilización nitrogenada y fosfatada, ni rastrojo tuvo el segundo valor más alto de todos los tratamientos.

Al comparar el promedio de los tratamientos (7 y 8) que se asocia con (600-240-4) con la prolongación del nivel más alto de rastrojo, la diferencia (0.32) supera al valor de la DMS (0.265). Esto significa que hay respuesta al nivel alto de rastrojo, es decir, que se tienen frutos de menor firmeza con el nivel más alto de rastrojo.

Aquí hay que tomar en cuenta que el nivel más alto de rastrojo es tá asociado con el nivel de 600 g de nitrógeno/árbol y ya se señaló que - existe respuesta a los niveles bajos de nitrógeno, o sea, hay fruta de ma yor firmeza con dosis mayores de nitrógeno.

En uno de los tratamientos incluidos, el 15 que corresponde a la dosis alta de potasio (500 g), al compararlo con el promedio de los tratami entos 7 y 8 la diferencia (0.32) supera al valor de la DMS (0.265) y - por lo tanto, se puede señalar que el nivel alto de potasio se asocia con frutos de menor firmeza.

#### 4.2. Resistencia de la Pulpa de los Frutos al Penetrómetro en la catego - ría Segunda-Tercera

En el Cuadro 20 se presentan los valores de resistencia de la pulpa de los frutos de categoría segunda-tercera, éstos fluctuaron de 4.75 a 5.25.

Se realizó un análisis de varianza a estas observaciones, no en- contrándose significancia entre tratamientos; los resultados se presentan en el Cuadro 36. Posteriormente, los datos de resistencia de la pulpa fueron sometidos a un análisis factorial, los resultados se presentan en el Cuadro 21 y del cual se señala lo siguiente. Ninguno de los valores del - EFM de los tratamientos dentro del cubo superan al valor del EMS (0.258), por lo cual se promedia sobre los ocho tratamientos para aumentar la pre- cisión y hacer las comparaciones hacia las prolongaciones del cubo.

Cuadro 20. Resistencia de la pulpa del fruto al penetrómetro, promedio de la fruta de categoría segunda y tercera, datos expresados en kg/cm<sup>2</sup>.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{x}$
1	4.7	4.7	5.1	5.1	4.90
2	4.6	4.8	4.5	5.1	4.75
3	4.9	5.1	4.6	5.2	4.95
4	4.5	4.8	4.7	5.3	4.83
5	4.8	5.1	4.6	4.8	4.83
6	4.6	5.1	6.1	4.8	5.15
7	5.4	5.4	5.2	5.0	5.25
8	4.9	5.1	5.0	4.9	4.98
9	4.6	4.8	5.4	4.7	4.88
10	5.1	4.8	5.7	5.1	5.18
11	4.6	5.6	4.8	5.0	5.00
12	4.6	4.8	5.2	4.8	4.85
13	5.0	5.3	5.2	5.1	5.15
14	5.3	5.1	4.8	4.3	4.88
15	4.9	5.1	4.9	4.7	4.90
16	5.9	4.4	5.1	4.8	5.05
17	4.8	4.8	5.9	4.8	5.10

Al realizar las comparaciones hacia las prolongaciones, no se encuentra significancia a ninguno de los niveles bajo o alto de los distintos factores en estudio. De tal manera que no se detectan diferencias entre tratamientos sobre la resistencia de la pulpa en la categoría segunda y tercera. Se observa una tendencia a que en la categoría de frutos más pequeños (segunda y tercera) es más difícil encontrar diferencias en resistencia de la pulpa que en frutos más grandes (extra-primeira) donde sí se encontró efecto de tratamientos.



Cuadro 21. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre la resistencia de la pulpa de los frutos de categoría segunda-tercera.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates			$\bar{X}$	
						(1)	(2)	EFT EFM		
1	400	160	4	(1)	19.6	38.6	77.7	158.5	4.95	4.90
2	400	160	8	(r)	19.00	39.1	80.8	-0.9	-0.056	4.75
3	400	240	4	(p)	19.8	39.9	-1.1	1.5	0.093	4.95
4	400	240	8	(pr)	19.3	40.9	0.2	-2.3	-0.143	4.83
5	600	160	4	(n)	19.3	-0.6	0.5	3.1	0.1937	4.83
6	600	160	8	(nr)	20.6	-0.5	1.0	1.3	0.081	5.15
7	600	240	4	(np)	21.0	1.3	0.1	0.5	0.031	5.25
8	600	240	8	(npr)	19.9	-1.1	-2.4	-2.5	-0.156	4.98
9	200	160	4		19.5					4.88
10	800	240	8		20.7					5.18
11	400	80	4		20.0					5.00
12	600	320	8		19.4					4.85
13	400	160	0		20.6					5.15
14	600	240	12		19.5					4.88
15	600	240	8		19.6					4.90
16	600	240	8		20.2					5.05
17	0	0	0		20.45					5.11

EMS = 0.258

DMS = 0.4657

Esto puede ser debido a que los frutos más pequeños tienen una mayor consistencia de la pulpa, además de ser más homogéneos entre sí en esta variable.

#### 4.3. Sólidos Solubles en el Jugo Celular de los Frutos en la Categoría Extra-Primera

En el Cuadro 22 se presentan los valores de sólidos solubles del fruto en la categoría de extra-primera, este parámetro fluctuó entre 16.30 y 18.23, se observó bastante uniformidad entre los tratamientos. Al realizar el análisis de varianza, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, los resultados se presentan en el Cuadro 36. Posteriormente en el análisis factorial, Cuadro 23, se señala lo siguiente.

En los ocho tratamientos que corresponden al cubo, el EFM de (r) (0.605) supera el valor del EMS (0.317); por lo tanto, se promediará sobre los otros dos factores para estimar con mayor precisión y hacer las comparaciones hacia las prolongaciones del cubo. Sin embargo, al comparar hacia los niveles bajo y alto del cubo del factor rastrojo, no hay significancia estadística, ya que no se rebasa el valor de la DMS (0.603). Por lo tanto, solo dentro del cubo al pasar del nivel de 4 a 8 kg/árbol en el factor rastrojo en los niveles de 400 y 160 de los factores nitrógeno y fósforo existe respuesta a este parámetro. Es decir, hay mayor porcentaje de sólidos solubles en el fruto al pasar de 4 a 8 kg/rastrojo/árbol.

Al comparar con el tratamiento testigo (16.72) y el valor de (17.58) la diferencia es de (0.86), la cual supera al valor de la DMS

(0.603), lo cual resulta significativo y se puede señalar que al no aplicar nitrógeno, fósforo ni rastrojo, se tienen valores bajos en sólidos solubles de la fruta de extra-primera.

Cuadro 22. Concentración de sólidos solubles en el jugo celular de los frutos de categoría extra y primera, datos expresados en grados Brix.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	16.20	17.05	16.15	17.45	16.71
2	17.05	16.95	17.95	16.55	17.13
3	18.00	16.90	17.55	17.15	17.40
4	17.70	18.35	18.18	18.70	18.23
5	17.48	17.00	17.50	17.95	17.48
6	17.90	17.30	17.80	17.60	17.65
7	16.30	15.70	16.30	16.90	16.30
8	17.60	17.00	17.20	17.43	17.31
9	16.20	18.40	17.20	18.00	17.45
10	16.30	17.50	18.00	16.70	17.13
11	18.40	18.20	17.40	17.65	17.91
12	17.70	16.55	16.55	17.85	17.16
13	16.70	16.80	17.90	17.13	17.13
14	16.80	16.35	17.40	17.65	17.05
15	17.76	17.95	17.95	17.40	17.77
16	17.18	16.70	17.80	17.05	17.18
17	16.64	16.50	16.59	17.14	16.71

#### 4.4. Sólidos Solubles en el Jugo Celular de los Frutos en la Categoría Segunda-Tercera.

En el Cuadro 24 se presentan los valores de sólidos solubles de los frutos de segunda-tercera, los cuales son muy homogéneos y fluctúan

Cuadro 23. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre la concentración de sólidos solubles en los frutos de categoría extra-primera.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates			$\bar{Y}$	
						(1)	(2)	EFT EFM		
1	400	160	4	(1)	66.85	135.35	277.88	552.84	17.276	16.71
2	400	160	8	(r)	68.50	142.53	274.96	9.68	0.605	17.13
3	400	240	4	(p)	69.60	140.53	4.98	1.08	0.067	17.40
4	400	240	8	(pr)	72.93	134.43	4.70	5.04	0.315	18.23
5	600	160	4	(n)	69.93	1.65	7.18	-2.92	-0.182	17.48
6	600	160	8	(nr)	70.60	3.33	-6.1	-0.28	-0.017	17.65
7	600	240	4	(np)	65.20	0.67	1.68	-13.28	-0.83	16.30
8	600	240	8	(npr)	69.23	4.03	3.36	1.68	0.105	17.31
9	200	160	4		69.80					17.45
10	800	240	8		68.50					17.13
11	400	80	4		71.65					17.91
12	600	320	8		68.65					17.16
13	400	160	0		68.53					17.13
14	600	240	12		68.20					17.05
15	600	240	8		71.06					17.77
16	600	240	8		68.73					17.18
17	0	0	0		66.88					16.72

EMS = 0.3176

DMS = 0.6038 (r)

DMS = 0.763 (p)

entre 16.8 y 18.49.

Cuadro 24. Concentración de sólidos solubles en el jugo celular de los frutos de categoría segunda y tercera, datos expresados en grados-Brix.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	18.40	17.30	17.70	18.98	18.10
2	16.95	16.80	18.90	17.90	17.64
3	16.90	18.00	19.60	19.45	18.49
4	17.00	17.75	19.30	17.55	17.90
5	15.60	16.90	17.20	19.45	17.29
6	17.65	18.90	17.85	18.23	18.16
7	16.50	16.75	16.80	17.15	16.80
8	17.45	17.30	16.75	18.13	17.41
9	16.70	16.60	17.85	18.35	17.38
10	17.95	17.45	17.65	18.30	17.84
11	16.70	15.90	17.75	17.40	16.94
12	18.25	19.03	17.85	16.50	17.91
13	18.10	17.30	18.45	17.95	17.95
14	18.40	15.65	17.20	18.80	17.51
15	18.07	17.50	18.08	18.65	18.08
16	16.40	17.70	17.83	17.95	17.43
17	17.43	17.37	18.42	18.03	17.81

En el análisis de varianza realizado no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, los resultados se presentan en el Cuadro 36. Posteriormente, en el análisis factorial (Cuadro 25), se detectó que dentro de los ocho tratamientos del cubo, solo existe diferencia significativa al efecto factorial de (nr) (0.6306), ya que rebasa al valor del EMS (0.460). Sin embargo, al realizar la comparación hacia los

niveles bajo y superior de ambos efectos no se encuentran diferencias significativas.

Para el caso del fósforo, no existe diferencia significativa dentro del cubo, pero sí la hay fuera de él, hacia el nivel bajo de las prolongaciones, ya que la diferencia entre la media del tratamiento 1 y 3 (18.29) y la media del tratamiento 11 (16.94), rebasa el valor de la DMS (0.958); por lo tanto, hay respuesta a fósforo, ya que al pasar del nivel bajo (80 g) al alto (160 g), se incrementan los valores en sólidos solubles. Asimismo, la respuesta positiva a la interacción (nr), dentro del cubo, implica que hay una estrecha relación entre los dos factores en sus niveles dentro del cubo y que de alguna manera los niveles de nitrógeno y rastrojo interaccionan al combinarse en sus distintos niveles y esto se refleja en la concentración de sólidos solubles en el fruto.

## 5. Niveles de Reserva en la Corteza de los Brotes

### 5.1. Porcentaje de Carbohidratos

Las concentraciones de carbohidratos en la corteza de los brotes se presentan en el Cuadro 26, donde se observan valores entre 26.70 y 30.58, donde el tratamiento testigo (17) presenta el valor más bajo de carbohidratos.

Estos resultados fueron sometidos a un análisis de varianza, en el cual no se encontró significancia entre los tratamientos en estudio, los resultados del análisis se presentan en el Cuadro 36.

Cuadro 25. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre la concentración de sólidos solubles en los frutos de categoría de segunda-tercera.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates		$\bar{X}$		
						(1)	(2)		EFT	EFM
1	400	160	4	(1)	72.38	142.93	288.48	567.09	17.72	18.10
2	400	160	8	(r)	70.55	145.55	278.61	1.73	0.108	17.64
3	400	240	4	(p)	73.95	141.78	-4.18	-2.33	-0.1456	18.49
4	400	240	8	(pr)	71.60	136.83	5.91	-1.57	-0.098	17.90
5	600	160	4	(n)	69.15	-1.83	2.62	-9.87	-0.6168	17.29
6	600	160	8	(nr)	72.63	-2.35	-4.95	10.09	0.6306	18.16
7	600	240	4	(np)	67.20	3.48	-0.52	-7.57	-0.473	16.80
8	600	240	8	(npr)	69.63	2.43	-1.05	-0.53	-0.033	17.41
9	200	160	4		69.50					17.38
10	800	240	8		71.35					17.84
11	400	80	4		67.75					16.94
12	600	320	8		71.63					17.91
13	400	160	0		71.80					17.95
14	600	240	12		70.05					17.51
15	600	240	8		72.30					18.08
16	600	240	8		69.88					17.47
17	0	0	0		71.27					17.81

EMS = 0.4604

DMS = 0.958

Cuadro 26. Porcentaje de carbohidratos solubles en alcohol en la corteza - los brotes en los crecimientos de los dos años anteriores a - 1987, datos expresados en base a peso seco.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	28.12	31.04	27.30	27.38	28.46
2	32.48	29.40	29.35	23.22	28.61
3	30.37	35.23	29.05	27.65	30.58
4	27.86	32.84	30.70	26.73	29.53
5	29.35	30.62	30.20	28.80	29.74
6	27.41	28.62	31.26	27.66	28.74
7	29.66	30.98	26.86	27.85	28.84
8	30.38	31.11	27.32	26.47	28.82
9	27.80	27.64	27.60	28.12	27.79
10	28.21	29.50	29.58	28.01	28.83
11	25.25	29.92	30.09	23.37	27.16
12	28.99	30.73	29.84	27.59	29.29
13	26.82	30.06	29.36	28.88	28.78
14	26.28	24.82	32.98	30.49	28.64
15	26.90	25.84	31.34	27.66	27.94
16	25.90	26.80	30.57	29.36	28.16
17	21.58	29.12	28.73	27.29	26.70

Para obtener los efectos simples e interacciones de los factores - en estudio, se realizó un análisis factorial, el cual se presenta en el - Cuadro 27. Al respecto de este análisis, se señala lo siguiente. Como nin - gun efecto factorial es significativo dentro del cubo de la matriz experi - mental se promedia sobre los ocho tratamientos para tener una mayor preci - sión y el rendimiento medio se asociaría con el tratamiento (400-160-4) - que es la combinación de niveles más bajos dentro del cubo.



Cuadro 27. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre la concentración de carbohidratos en la corteza de los brotes en 1987.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos		Método Automático de Yates		X̄	
					Totales	(1)	(2)	EFT		EFM
1	400	160	4	(1)	113.84	228.29	468.72	933.27	29.164	28.46
2	400	160	8	(r)	114.45	240.43	464.55	-7.65	-0.478	28.61
3	400	240	4	(p)	122.3	233.92	-3.56	8.85	0.553	30.58
4	400	240	8	(pr)	118.13	230.63	-4.09	-0.83	-0.051	29.53
5	600	160	4	(n)	118.97	0.61	12.14	-4.17	-0.260	29.74
6	600	160	8	(nr)	114.95	-4.17	-3.29	-0.53	-0.033	28.74
7	600	240	4	(np)	115.35	-4.02	-4.78	-15.43	-0.964	28.84
8	600	240	8	(npr)	115.28	-0.07	3.95	8.73	0.545	28.82
9	200	160	4		111.16					27.79
10	800	240	8		115.30					28.83
11	400	80	4		108.63					27.16
12	600	320	8		117.15					29.29
13	400	160	0		115.12					28.78
14	600	240	12		114.57					28.64
15	600	240	8		111.74					27.94
16	600	240	8		112.63					28.16
17	0	0	0		106.73					26.68

EMS = 1.357

DMS = 2.448

Los únicos EFM positivos son el de (p) y (npr), por esta razón se hacen las comparaciones hacia las prolongaciones del cubo. Sin alcanzar la significancia, pero con el valor más cercano a ésta, el efecto de fósforo en comparación con el nivel bajo del cubo, es el de mayor tendencia en este parámetro.

Sin embargo, al comparar contra el tratamiento testigo (0-0-0) existe significancia al 5 por ciento, ya que la diferencia entre 29.165 y 26.68 que corresponde a las medias de los rendimientos dentro del cubo y del tratamiento testigo respectivamente es de 2.48, el cual supera a la DMS que es de 2.44, esto quiere decir que el nivel de carbohidratos almacenados en la corteza como reserva para el año siguiente, disminuye significativamente si no se hace aplicación de nitrógeno, fósforo y rastrojo.

## 5.2. Porcentaje de Almidón

En el Cuadro 28, se presentan las concentraciones de almidón en la corteza de los brotes, muestreados a principios del año (87). Los valores medios fluctuaron entre 25.40 y 33.25 por ciento.

Al realizar el análisis de varianza sobre los resultados obtenidos, no se encontró significancia estadística entre tratamientos, esta información se presenta en el Cuadro 36, de tal forma que para realizar un análisis más riguroso y obtener los efectos simples e interacciones de los factores en estudio se realizó un análisis factorial, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 29, sobre este análisis se señala lo siguiente.

Cuadro 28. Porcentaje de almidón en la corteza de los brotes en los crecimientos de los dos años anteriores a 1987, datos expresados en base a peso seco.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	28.87	31.52	25.43	30.46	29.07
2	28.92	40.62	32.47	30.97	33.25
3	25.73	23.55	28.27	29.02	26.64
4	24.32	20.40	33.45	27.55	26.43
5	40.47	20.21	28.70	27.40	29.20
6	24.17	23.59	26.75	27.08	25.40
7	19.80	24.94	24.02	27.40	24.04
8	37.30	26.09	28.68	26.60	29.67
9	38.88	22.13	26.99	26.11	28.53
10	29.06	29.81	27.16	27.93	28.49
11	23.97	33.09	23.76	24.89	26.43
12	31.05	25.81	28.27	27.63	28.19
13	29.71	29.45	25.21	27.29	27.92
14	34.78	35.97	27.70	22.71	30.29
15	27.78	34.63	28.55	25.71	29.17
16	39.27	39.95	24.94	25.15	32.33
17	37.17	31.00	27.34	25.22	30.19

Dentro de los tratamientos del cubo, solo existe significancia a la interacción entre los tres factores, es decir, al EFM (npr), cuyo valor es (3.45) y supera al de EMS (2.871). Esta interacción lleva implícito el efecto de los tres factores aún cuando los efectos de las interacciones de dos factores y los principales (simples) valgan cero (no significativos). Por lo cual, el EFM (npr), se puede interpretar como que la respuesta a nitrógeno difiere según el nivel de fósforo y el de rastrojo. Esto es difícil de interpretar, ya que en conjunto los tres factores -

Cuadro 29. Análisis factorial de los Tratamientos en estudio sobre la concentración de almidón en la corteza de los brotes en 1987.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates		$\bar{X}$		
						(1)	(2)		EFT	EFM
1	400	160	4	(1)	116.28	249.26	461.55	894.75	27.96	29.07
2	400	160	8	(r)	132.98	212.29	433.20	23.17	1.448	33.25
3	400	240	4	(p)	106.57	218.37	15.85	-40.51	-2.531	26.64
4	400	240	8	(pr)	105.72	214.83	7.32	20.15	1.259	26.43
5	600	160	4	(n)	116.78	16.7	-36.97	-28.35	-1.771	29.20
6	600	160	8	(nr)	101.59	-0.85	-3.54	-8.53	-0.533	25.40
7	600	240	4	(np)	96.16	-15.19	-17.55	33.43	2.08	24.04
8	600	240	8	(npr)	118.67	22.51	37.7	55.25	3.45	29.67
9	200	160	4		114.11					28.53
10	800	240	8		113.96					28.50
11	400	80	4		105.71					26.43
12	600	320	8		112.76					28.19
13	400	160	0		111.66					27.91
14	600	240	12		121.16					30.29
15	600	240	8		116.67					29.17
16	600	240	8		129.31					32.33
17	0	0	0		120.73					30.18

EMS = 2.871

DMS = 5.459

contribuyen a la concentración de almidón en la corteza de los brotes. Sin embargo, al comparar hacia las prolongaciones del cubo, no encontramos significancia a ningun factor en su nivel bajo o alto, respectivamente.

Resulta interesante hacer notar que el valor del tratamiento testigo (30.18) es de los más altos de todos los tratamientos en estudio, pero no llega a ser significativo. Esto en parte se explica por la muy baja producción de fruta en el año anterior al muestreo y por el vigor de los árboles seleccionados como testigo. Sin embargo, en el siguiente ciclo se podrá tener una mayor cantidad de elementos para explicar estos resultados.

### 5.3. Porciento de Nitrógeno Total

Los valores de las concentraciones de nitrógeno en la corteza de los brotes se presentan en el Cuadro 30, los valores medios fluctuaron entre 1.26 y 1.40, observándose bastante homogeneidad en los diferentes tratamientos. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, y no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Posteriormente, para obtener los efectos simples e interacciones de los factores en estudio, se realizó un análisis factorial, los resultados se presentan en el Cuadro 31.

Dentro de los tratamientos del cubo, no existe ningun factor que presente significancia, ya que ninguno de los valores supera al del EMS. Asimismo, al hacer las comparaciones con los tratamientos fuera del cubo tampoco existe significancia a ningun factor ni nivel en estudio. Es importanate señalar que el valor medio del tratamiento testigo es el valor más  -

bajo de los tratamientos fuera del cubo y uno de los más bajos del total de los tratamientos; sin embargo, no existe significancia.

Cuadro 30. Porcentaje de nitrógeno en la corteza de los brotes en los crecimientos de los dos años anteriores a 1987, datos expresados en base a peso seco.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	1.30	1.54	1.37	1.37	1.40
2	1.44	1.47	1.28	1.27	1.37
3	1.13	1.43	1.23	1.39	1.30
4	1.16	1.37	1.33	1.48	1.34
5	1.20	1.40	1.25	1.45	1.33
6	1.12	1.32	1.26	1.45	1.29
7	1.21	1.45	1.24	1.35	1.31
8	1.17	1.32	1.18	1.37	1.26
9	1.40	1.41	1.28	1.41	1.38
10	1.26	1.50	1.21	1.38	1.34
11	1.41	1.41	1.28	1.43	1.38
12	1.16	1.45	1.33	1.51	1.36
13	1.15	1.55	1.32	1.51	1.38
14	1.19	1.42	1.27	1.39	1.32
15	1.22	1.54	1.30	1.51	1.39
16	1.18	1.49	1.31	1.49	1.37
17	1.16	1.43	1.26	1.39	1.31

A pesar de no detectarse diferencias en este primer año de estudio, cabe señalar de que la variación en concentración de nitrógeno en los brotes antes de la brotación pudiese haberse manifestado en una forma diferente, si se hubiese determinado nitrógeno protéico en lugar de nitrógeno total, ya que sería un mejor indicador de la asimilación y reducción de

Cuadro 31. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre la concentración de nitrógeno en la corteza de los brotes en 1987.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates			$\bar{X}$	
						(1)	(2)	EFT EFM		
1	400	160	4	(1)	5.58	11.04	21.56	42.3	1.321	1.40
2	400	160	8	(r)	5.46	10.52	20.74	-0.32	-0.02	1.37
3	400	240	4	(p)	5.18	10.45	0.04	-0.68	-0.042	1.30
4	400	240	8	(pr)	5.34	10.29	-0.36	0.22	0.013	1.34
5	600	160	4	(n)	5.30	-0.12	-0.52	-0.82	-0.051	1.33
6	600	160	8	(nr)	5.15	0.16	-0.16	-0.40	-0.025	1.29
7	600	240	4	(np)	5.25	-0.15	0.28	0.36	0.022	1.31
8	600	240	8	(npr)	5.04	-0.21	-0.06	-0.34	-0.021	1.26
9	200	160	4		5.50					1.38
10	800	240	8		5.35					1.34
11	400	80	4		5.53					1.38
12	600	320	8		5.45					1.36
13	400	160	0		5.53					1.38
14	600	240	12		5.27					1.32
15	600	240	8		5.57					1.39
16	600	240	8		5.47					1.37
17	0	0	0		5.25					1.31

EMS = 0.042

DMS = 0.0798

nitrógeno a proteínas. Además de que vale la pena reflexionar sobre si las diferencias en concentración cuando no son diferentes estadísticamente, fisiológicamente tampoco lo sean, ya que tal vez pequeñas diferencias en concentración pudiesen ser determinantes en algunos procesos como crecimiento, diferenciación de yemas, etc.

## 6. Número de Dardos

En el Cuadro 32 se presentan los valores de los dardos cuantificados en una sección de una rama muestreada en el mes de febrero de 1987. - Los valores medios fluctuaron entre 77 y 128 dardos como ya fue señalado, al inicio del estudio se contabilizaron un total de 50 yemas por sección de rama, de tal manera que a primera vista pudiese señalarse que hubo incrementos en 1987 respecto al año anterior. Sin embargo, al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, dicho análisis se presenta en el Cuadro 36.

Para obtener los efectos simples e interacciones de los factores en estudio, se realizó un análisis factorial, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 34 y del cual se puede señalar lo siguiente. Los valores de los rendimientos asociados con los ocho tratamientos dentro del cubo están lejos de rebasar el EMS (0.776), por lo tanto, se promedia sobre éstos 8 tratamientos para estimar con mayor precisión hacia las prolongaciones del cubo.



Cuadro 32. Número de dardos totales por árbol en sección de rama muestreada durante 1987. datos originales.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	87	84	75	101	87
2	90	77	103	94	91
3	208	91	102	112	128
4	94	79	86	122	95
5	144	72	67	111	98
6	196	110	79	75	115
7	106	105	78	115	101
8	105	95	88	83	93
9	86	63	67	92	77
10	122	97	96	131	112
11	104	162	126	86	119
12	71	80	97	97	86
13	84	123	117	84	102
14	75	78	82	109	86
15	66	123	92	64	86
16	134	158	114	83	122
17	155	110	76	98	110

Al realizar la comparación hacia el nivel bajo y alto de los distintos factores en estudio, no se encontró diferencia en ninguno de los factores y niveles en estudio.

Es importante notar que en el tratamiento testigo (0-0-0) el promedio de yemas florales presenta valores muy similares al del resto de los tratamientos, probablemente después de no aplicar fertilizantes, asociados con niveles de producción de fruta muy bajos en ese mismo año,

no repercute al año siguiente en el proceso de iniciación y diferenciación floral.

Cuadro 33. Número de dardos totales por árbol en sección de rama muestreada durante 1987, datos ajustados por raíz cuadrada.

No. de Trat.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	9.33	9.16	8.66	10.05	9.30
2	9.49	8.77	10.15	9.69	9.53
3	14.42	9.54	10.10	10.58	11.56
4	9.69	8.89	9.27	11.04	9.72
5	12.00	8.48	8.18	10.53	9.80
6	14.00	10.49	8.89	8.66	10.51
7	10.29	10.25	8.83	10.72	10.02
8	10.25	9.75	9.38	9.11	9.62
9	9.27	7.94	8.18	9.59	8.75
10	11.04	9.85	9.80	11.44	10.53
11	10.20	12.73	11.22	9.27	10.86
12	8.43	8.94	9.85	9.85	9.27
13	9.16	11.09	10.82	9.16	10.06
14	8.66	8.83	9.05	10.44	9.25
15	8.12	11.09	9.59	8.00	9.20
16	11.57	12.57	10.68	9.11	10.98
17	12.42	10.48	8.67	9.92	10.37

El valor más bajo en esta característica, corresponde al tratamiento 9, que tiene el nivel más bajo de nitrógeno dentro del espacio de exploración, pero como ya fue señalado anteriormente, este tratamiento tuvo los valores más bajos en área transversal del tronco y probablemente esto tenga un efecto sobre el número de dardos.

Cuadro 34. Análisis factorial de los tratamientos en estudio sobre el número de dardos producidos en una sección de rama en 1987.

No. de Trat.	N g/árbol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/árbol	Ra kg/árbol	Código Yates	Rendimientos Totales	Método Automático de Yates (1) (2)	EFT	FFM	$\bar{X}$	
1	400	160	4	(1)	37.20	75.30	158.83	318.64	9.96	9.30
2	400	160	8	(r)	38.10	83.53	159.81	-3.6	-0.22	9.53
3	400	240	4	(p)	44.64	81.23	-4.85	5.58	0.349	11.16
4	400	240	8	(pr)	38.89	78.58	1.25	-11.1	-0.693	9.72
5	600	160	4	(n)	39.19	0.90	8.23	0.98	0.061	9.80
6	600	160	8	(nr)	42.04	-5.75	-2.65	6.1	0.381	10.51
7	600	240	4	(np)	40.09	2.85	-6.65	-10.88	-0.68	10.02
8	600	240	8	(npr)	38.49	-1.60	-4.45	2.2	0.137	9.62
9	200	160	4		34.98					8.75
10	800	240	8		42.13					10.53
11	400	80	4		43.42					10.86
12	600	320	8		37.07					9.27
13	400	160	0		40.23					10.06
14	600	240	12		36.98					9.25
15	600	240	8		36.80					9.20
16	600	240	8		43.93					10.98
17	0	0	0		41.51					10.37

EMS = 0.776

DMS = 1.39

## 7. Análisis de Correlación de las Variables en Estudio

En el Cuadro 35, se presentan los coeficientes de correlación entre las variables en estudio, así como su significancia, de tal manera que a continuación se discuten solo aquellas variables que resultaron significativas.

### A. Porcentaje de almidón - Porcentaje de Carbohidratos

De acuerdo con el coeficiente de correlación obtenido (-0.2861), se puede señalar que conforme aumenta la concentración de almidón en la corteza de los brotes, disminuye la de carbohidratos. Esta relación está en función del proceso de hidrólisis del almidón, ya que a medida que se intensifica el proceso, aumenta el contenido de carbohidratos.

Kraybill, *et al.* (1930), Beattie (1948) y Sullivan y Cullinan (1931), coinciden con los resultados de este trabajo y señalan que el porcentaje de almidón en los brotes en el invierno es útil para tener una estimación del nivel de reserva para la brotación del siguiente año.

### B. Porcentaje de Nitrógeno - Producción de Fruta.

La relación entre estas dos variables de acuerdo con el coeficiente de correlación (+0.2494) es que a medida que aumenta la concentración de nitrógeno en la corteza de los brotes, aumenta la producción de fruta.

Beattie (1948) reporta resultados similares a nivel de correlación entre los niveles de nitrógeno aplicado, mg de nitrógeno

en los brotes y producción de fruta. Esto significa también que a medida que se incrementa la concentración de nitrógeno en la corteza de los brotes, existe una tendencia positiva respecto de la producción de fruta.

#### C. Producción de Fruta-Area Transversal de Tronco Final

El valor del coeficiente de correlación ( $r$ ) (0.2778), resultó ser significativo entre estas dos variables y esto implica que el área transversal del tronco es un criterio de vigor del árbol, ya que a medida que aumenta el área del tronco, aumenta la producción de fruta.

#### D. Sólidos Solubles Extra-Primera-Resistencia de la Pulpa Extra-Primera.

De acuerdo con el coeficiente de correlación entre las variables, existe una correlación altamente significativa, lo cual implica que a medida que aumenta la concentración de sólidos solubles, disminuye la resistencia de la pulpa del fruto en esa categoría. Es decir, los frutos con mayor cantidad de sólidos solubles, tienen una menor firmeza de la pulpa. Esto se aprecia en los valores medios de sólidos solubles en los frutos de primera y segunda, y en los valores de resistencia de la pulpa en ambas categorías, las cuales son mayores en sólidos solubles en frutos de segunda que en primera, y la resistencia de la pulpa es mayor en los frutos de segunda que primera. De tal manera que los frutos de mejor categoría tienen valores más bajos en sólidos solubles.



#### E. Area Transversal del Tronco Inicial-Longitud de Brotes.

Se encontró una correlación altamente significativa entre el área transversal del tronco inicial y la longitud de brotes, lo cual nos indica que a medida que aumenta el área transversal del tronco aumenta la longitud de los brotes, es decir, que los procesos de crecimiento en ambos órganos están estrechamente ligados. De tal manera que árboles vigorosos en área del tronco, también presentan vigor en el crecimiento o longitud de brotes. En términos generales, se puede señalar que los valores iniciales del área transversal del tronco, están asociados positivamente con los valores finales de longitud de los brotes.

#### F. Area Transversal del Tronco Final-Longitud de Brotes.

Como en el caso anterior, a medida que aumenta el área transversal del tronco hacia el final de la estación de crecimiento, aumenta también la longitud de los brotes al final del crecimiento, esto significa que el proceso de crecimiento de ambos órganos está asociado.

Lorenzana (1980) señala al respecto que el área transversal del tronco en manzano da una idea más clara sobre el vigor del árbol, que muchos otros parámetros. Es decir, que los valores finales del área transversal del tronco están asociados positivamente con los valores finales de longitud de brotes.

#### G. Area Transversal del Tronco Inicial y Final.

El coeficiente de correlación entre estas variables indica que existe una correlación altamente significativa y a su

vez nos señala que los valores iniciales y finales del área transversal del tronco van ligados o asociados a lo largo del crecimiento.

H. Resistencia de la Pulpa Segunda Tercera-Longitud de Brotes. Existe una correlación positiva altamente significativa entre estas dos variables; sin embargo, de acuerdo con la teoría de la correlación no necesariamente implica que sea una relación causal, ya que es difícil relacionar un incremento en la longitud de los brotes con un aumento en la resistencia de la pulpa de los frutos, o al menos, teóricamente se presenta esta dificultad de interpretación y explicación.

I. Resistencia de la Pulpa Extra Primera-Resistencia de la Pulpa Segunda Tercera.

Como en el caso anterior, resulta difícil explicar que conforme se incrementan los valores de resistencia de la pulpa de los frutos (extra-primera), aumentan también los valores de ese mismo parámetro en los frutos de (segunda-tercera), ya que son frutos del mismo árbol, pero individualmente diferentes o sea, de categoría distinta.



Cuadro 36. Resumen de los análisis de varianza para las variables estudiadas. Los Lirios Sierra de Arteaga, Coahuila. 1986-1987.

Variable	Gl	S.C.T.	C.M.T.	C.M.E.	F.	Sig.	Media Gral.	C.V. (%)
Longitud de brotes	17	135.297	7.959	5.537	1.437	NS	10.14	23.20
Dardos	17	32.604	1.918	1.707	1.123	NS	9.96	13.11
Area transversal del tronco	17	581.422	34.201	44.408	0.77	NS	41.91	15.90
Porcentaje de almidón	17	458.670	26.981	23.373	1.154	NS	28.63	16.88
Porcentaje de carbohidratos	17	69.478	4.087	5.225	0.782	NS	28.52	8.01
Porcentaje de nitrógeno	17	0.110	0.006	0.005	1.287	NS	1.34	5.27
Producción de fruta	17	151.099	8.888	7.065	1.258	NS	3.80	69.94
Sólidos solubles (extra-primera)	17	15.249	0.897	0.286	3.136	NS	17.25	3.10
Sólidos solubles (segunda-tercera)	17	12.664	0.745	0.601	1.240	NS	17.69	4.38
Resistencia de la pulpa (extra-primera)	17	1.384	0.081	0.046	1.757	NS	4.32	4.96
Resistencia de la pulpa (segunda-tercera)	17	2.111	0.124	0.189	0.656	NS	4.98	8.72

## CAPITULO 5

### RESUMEN

En el Cañón de los Lirios de la Sierra de Arteaga, Coahuila, se realizó un trabajo de investigación durante el período de enero de 1986 a abril de 1987. Este trabajo consistió en la fase preliminar, ya que la fase de investigación terminaría hasta la evaluación de la producción de fruta en 1988.

Los árboles seleccionados tenían al inicio del estudio 13 años de edad, la variedad utilizada fue la "Golden Delicious", injertada sobre Malling Merton III. Los objetivos planteados en el presente trabajo fueron los siguientes:

1. Incrementar la producción y calidad del fruto del manzano mediante la selección de las mejores dosis de nitrógeno, fósforo y acolchado de la superficie del suelo.
2. Evaluar los efectos del nitrógeno y fósforo bajo acolchado sobre el crecimiento del tronco y brotes, así como la producción y calidad del fruto.
3. Evaluar los efectos del nitrógeno y fósforo bajo acolchado sobre las reservas de almidón, carbohidratos y nitrógeno de la corteza, así como la cantidad de dardos.

Los niveles de los factores en estudio fueron los siguientes:

Nitrógeno	200-400-600-800 g/árbol
Fósforo	80-160-240-320 g/árbol
Rastrojo de maíz	0- 4- 8- 12 kg/árbol

La selección de los tratamientos se hizo mediante la matriz Plan - Puebla I, el diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un árbol con competencia perfecta. En esta fase preliminar de la investigación, se obtuvieron los siguientes resultados.

Los crecimientos de los brotes en 1986 fluctuaron de 5.86 a 11.39 cm, con un valor medio de 10.14 cm. Al pasar de la dosis de 200 a 400 g de nitrógeno/árbol, se presentaron incrementos significativos en crecimiento. Los incrementos en área transversal del tronco no fueron afectados por los tratamientos en estudio, a pesar de tener valores de 3.45 a 9.04 cm<sup>2</sup> en el período de crecimiento.

En el primer análisis foliar realizado, la concentración de nitrógeno en base a peso seco fluctuó de 2.55 a 3.01 por ciento, ubicándose en la categoría alta. La concentración de fósforo en el follaje varió de 0.130 a 0.155 por ciento, estos niveles resultaron muy por debajo de las concentraciones de suficiencia o adecuadas.

La concentración de potasio fluctuó de 1.0 a 1.2 por ciento en todos los tratamientos en estudio, estos niveles estuvieron en la categoría

marginal y lejos de la categoría de adecuado o suficiente.

Los niveles de calcio y magnesio en el follaje estuvieron en la categoría de excesivo o tóxico y superiores respectivamente.

En el segundo análisis foliar, las concentraciones de nitrógeno fósforo, potasio y calcio presentaron una tendencia a disminuir conforme avanza la estación de crecimiento.

La producción de fruta fue muy baja y no se tuvieron en este ciclo diferencias debidas a los tratamientos.

La resistencia de la pulpa en los frutos de categoría extra-primera, presentó variaciones por efecto de tratamientos, los frutos tuvieron menor firmeza en dosis bajas de nitrógeno, así como con niveles altos de potasio. Los niveles altos de rastrojo, estuvieron asociados con frutos de menor firmeza. En este mismo parámetro, pero en los frutos de segunda-tercera, no se tuvo efecto significativo de tratamientos, solamente se observó una mayor firmeza en promedio de los frutos que los de la categoría extra-primera.

Los sólidos solubles de los frutos de categoría extra-primera, aumentaron al pasar de 4 a 8 kg de rastrojo del árbol y en general, en el tratamiento testigo se tuvieron valores más bajos.

En este mismo parámetro, pero en la categoría de segunda-tercera, al pasar de 80 a 160 g/árbol de fósforo, se tuvieron valores mayores.

En lo referente a los materiales de reserva en la corteza de los brotes, los niveles de carbohidratos y nitrógeno no fueron afectados por los tratamientos en estudio; sin embargo, en el porcentaje de almidón, el efecto de la interacción nitrógeno, fósforo y rastrojo fue significativa.

Para el caso del nivel de carbohidratos, en el tratamiento testigo se tuvieron los niveles más bajos de todos los tratamientos.

El proceso de formación de dardos no fue afectado por los tratamientos. Las variables que resultaron estar correlacionadas significativamente fueron: porcentaje de almidón y porcentaje de carbohidratos, porcentaje de nitrógeno y producción de fruta, área transversal del tronco y producción de fruta, sólidos solubles y resistencia de la fruta en frutos extra-primera, área transversal del tronco y longitud de brotes.

## CAPITULO 6

### CONCLUSIONES

Debido a la naturaleza del trabajo de investigación, en esta primera fase, es conveniente señalar solo aspectos generales referentes a los tratamientos y metodología utilizada, así como las tendencias observadas.

Tal vez los niveles altos de nitrógeno del espacio de exploración deban reducirse debido a los resultados obtenidos; sin embargo, para el caso de los niveles de fósforo, consideramos que éstos exploran con mayor precisión.

En los aspectos metodológicos, tal vez sea conveniente para el caso del crecimiento de los brotes, medir el total de éstos en el año y no solo una muestra de algunos brotes. Para el caso del área transversal del tronco, éste parece ser un buen indicador del vigor del árbol.

En cuanto al análisis foliar y las características de los frutos, deben continuarse sus determinaciones y tal vez en el caso del análisis foliar pudieran establecerse algunas relaciones entre algunos iones tales como: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y fierro.

En las reservas de la corteza de los brotes, es conveniente volver a determinar almidón y carbohidratos, ya que el nitrógeno total parece no ser muy confiable o bien, determinarlo en forma protéica.

Algunas de las tendencias más claras en los efectos de los tratamientos, fueron las siguientes: los crecimientos de los brotes fueron menores con el nivel de nitrógeno más bajo, con el incremento de la dosis de nitrógeno se tuvieron crecimientos mayores.

En el análisis foliar, se tuvieron concentraciones muy altas de nitrógeno y calcio, y muy por debajo de los niveles de suficiencia o adecuados en el caso del fósforo y potasio.

Los frutos de segunda-tercera, tuvieron una mayor firmeza de la pulpa que los de extra-primera; asimismo, con dosis bajas de nitrógeno, niveles altos de potasio y rastrojo los frutos de extra-primera presentaron una menor firmeza.

Los sólidos solubles de los frutos extra-primera aumentaron con las dosis altas de rastrojo y para el caso de frutos de segunda-tercera, al aumentar la dosis de fósforo, también hubo incremento en este parámetro.

Los materiales de reserva en la corteza de los brotes, ni la formación de dardos fueron afectados por los tratamientos en estudio.

U.A.A.A.N.

08330

Debido a la bajísima producción de fruta en 1986, ocasionado en parte por el problema de la alternancia y por otro lado a las bajas temperaturas presentes en la brotación, conviene esperar los resultados en los dos años siguientes para poder tener más elementos para explicar los efectos de los tratamientos en estudio.



## CAPITULO 7

### LITERATURA CITADA

- Amado A., J.P. 1985. Diagnóstico de deficiencias, suficiencias y altos contenidos de nitrógeno para manzano usando el análisis foliar. En: Investigación en frutales para la Sierra de Chihuahua 1984-1985. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Campo Agrícola Experimental Sierra de Chihuahua. p. 10-16.
- Baker, C.E. 1941. The effect of different methods of soil management - upon the potassium content of apple and peach leaves. Proc. - Amer. Soc. Hort. Sci. 39:33-37.
- Batjer, L.P., and B.L. Rogers. 1952. Fertilizer applications as related to nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium utilization by apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60:1-6.
- Beattie, J.M. 1948. Carbohydrates in apples shoots and twigs and their relation to nitrogen fertilization yield, growth and fruit color. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51:33-40.
- \_\_\_\_\_. 1954. The effect of differential nitrogen fertilization - on some of the physical and chemical factors affecting the quality of Baldwin apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55:47-50.
- Benson, N.R., and R.P., Cover, Jr. 1979. Phosphorus nutrition of young- "Golden Delicious" apple trees growing in gravel culture. J. - Amer. Soc. Hort. Sci. 104(5):682-685.
- Bollard, E.G. 1953. Nitrogen metabolism of apple trees. Nature. 171:571-572.
- \_\_\_\_\_. 1957. Composition of the nitrogen fraction of apple tracheal sap. Austral J. Biol. Sci. 10:279-287.
- Bould, C. 1966. Leaf analysis of deciduous fruits. In: Childers, N.F. - (Ed.). Nutrition of fruit crops: tropical, sub-tropical, temperate; tree and small fruits. Horticultural Publications, Rutgers. The State University, New Brunswick, N.J. p. 651-684.
- \_\_\_\_\_. 1970. The nutrition of fruit trees. In: Luckwill, L.C. and C. V. Cutting (Eds.). Physiology of tree crops. Academic Press, - London. p. 223-234.

- Bould, C., and R.M., Jarret. 1962. The effect of cover crops and NPK - fertilizer on growth, crop yield and leaf nutrient status of - young apple trees. *J. Hort. Sci.* 37:58-62.
- Boynton, D., and L.C., Anderson. 1956. Some effects of mulching, nitrogen fertilization and liming on Mc Intosh apple trees and the soil under them. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 67:26-36.
- Boynton, D., and J.C., Cain. 1942. Survey of the relationship between - leaf, fruit color, leaf color and percent full crop in some - New York McIntosh apple orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* - 40:19-22.
- Brown, C.S., E. Young, and D.M. Pharr. 1985. Rottstock and scion effects on the seasonal distribution of dry weight and carbohydrates in young apples trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(5):696-701.
- Cain, J.C. 1953. The effect of nitrogen and potassium fertilizer on - the performance and mineral composition of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62:46-52.
- Cain, J.C., and D. Boynton. 1948. Some effects of season, fruit crop - and nitrogen fertilization on the mineral composition of McIntosh apple Leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 51:13-22.
- Cepeda S., M. 1982. Principales problemas parasitológicos del cultivo - del manzano (*Pyrus malus* L.) en el Municipio de Arteaga, Coahuila. Boletín sin publicar. Universidad Autónoma Agraria Antonio-Narro (UAAAN). Saltillo, Coahuila. p. 3.
- Cepeda S., M. y P.R.J. Arguindegui. 1983. Nemátodos asociados al cultivo del manzano (*Pyrus malus* L.) en el Municipio de Arteaga, Coahuila. Boletín No. 5. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Saltillo, Coahuila. p. 60-65.
- Cepeda S., M., H. Ramírez y B.C. Mojica. 1988. El manzano. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. p. 24.
- Cullinan, F.P., and L.P. Batjer. 1943. Nitrogen, phosphorus and potassium interrelationships in young peach and apple trees. *Soil Sci.* 55:49-60.
- Davis, J.T., and D., Sparks. 1974. Assimilation and translocation patterns of carbon 14 in the shoot of fruiting pecan trees (*Carya illinoensis* Koch.) *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:468-480.
- Dionne, J.L. 1967. Action de l'azote, du potassium et du manganèse sur deux vergers de pommiers McIntosh. *Can. J. Plant. Sci.* 47:-563-570.
- Eggert, R., L.T. Kardos, and R.D. Smith. 1952. The relative absorption of phosphorus by apple trees and fruits from foliar sprays, and from soil applications of fertilizer, using radioactive phosphorus as a tracer. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 60:75-86.

- Emmert, F.H. 1954. The influence of variety, tree age, and mulch on the nutritional composition of apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64:9-14.
- Emmert, F.H. 1959. Chemical analysis of tissue as a means of determining nutrient requirements of deciduous fruit plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 73:521-547.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Instituto de Geografía, México. 246 p.
- Gardner, V.R., F.Ch. Bradford, H.D. Hooker, Jr. 1939. The fundamentals of fruit production. Mc Graw-Hill, New York and London. 788 p.
- Goldschmidt, E.E., and A., Golomb. 1982. The carbohydrate balance of alternate bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(2):206-208.
- Grochowska, M.J. 1973. Comparative studies on physiological and morphological features of bearing and non-bearing spurs of the apple tree. I. Changes in starch content during growth. *J. Hort. Sci.* 48:347-356.
- Hansen, P. 1967.  $^{14}\text{C}$  studies on apple trees. III The influence of season on storage and mobilization of labelled compounds. *Physiol. Pl.* 20:1103-1111.
- Hansen, P. 1977. Carbohydrate allocation. In: Landsberg, J.J., and C.V. Cutting (Eds.). *Environmental effects on crop physiology.* Academic Press. London. N.Y. Sn. Fco. p. 247-258.
- Harley, C.P., L.O., Regeimbal, and H.H., Moon. 1958. The role of nitrogen reserves in new growth of apple and the transport of  $^{32}\text{P}$  from roots to leaves during early-spring growth. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72:57-63.
- Heim, G., J.J., Landsberg, R.L., Watson, and P. Brain. 1979. Eco-physiology of apple trees: dry matter production and partitioning by young. Golden Delicious Trees in France and England. *Journal of Applied Ecology.* 16:179-194.
- Hill-Cottingham, .D.G., and R.R., Williams. 1967. Effect of time of application of fertilizer nitrogen on the growth, flower development and fruit set of maiden apple trees, var. Lord Lambourne and on the distribution of total nitrogen within the trees. *J. Hort. Sci.* 42:319-338.
- Hoad, G.V. 1978. The role of seed derived hormones in the control of flowering in apple. *Acta Hort.* 80:93-103.

- Kaynes, R.J., and K.M. Goh. 1980. Variation in the nutrient content of leaves and fruit with season and crown position for two apple varieties. *Aust. J. Agric. Res.* 31:739-748.
- Kraybill, H.R., J.T., Sullivan, and L.P. Miller. 1930. Seasonal changes in the composition of Stayman apple trees. I. Carbohydrates. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 27:206.
- Lilleland, O. 1936. Phosphate response with closely planted one-year old fruit trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 33:114-119.
- Lilleland, O., and J.G. Brown. 1939. The phosphate nutrition of fruit trees. II. Continued response to phosphate applied at the time of planting. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37:53-57.
- Lilleland, O., J.G. Brown, and J.P., Conrad. 1942. The phosphate nutrition of fruit trees. III. Comparison of fruit tree and field crop responses on a phosphate deficient soil. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40:1-7.
- Lorenzana S., J.G. 1980. Efecto de la aplicación del nitrógeno en épocas diferentes sobre su dinámica en el suelo, crecimiento y productividad del manzano. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. p. 102-105.
- Luckwill, L.C. 1970. The control of growth and fruitfulness of apple trees. In: Luckwill, L.C., and C.V. Cuttings (Eds.). *The physiology of tree crops.* Academic Press. New York. p. 237-254.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition in higher plants. Academic Press. p. 404-405.
- Mason, J.L. 1964. Yield and quality of apple trees under four nitrogen levels in uncultivated grass sod. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85:42-47.
- Mason, J.L. 1969. Effect of cultivation and nitrogen levels on storage quality, yield and color grade of Starking "Red Delicious" apple grown under grass sod. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:78-80.
- Mason, J.L., and A.B., Whitfield. 1960. Seasonal changes in the uptake and distribution of mineral elements in apple trees. *J. Hort. Sci.* 35:34-55.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1972. Apples. *Bul.* 207. London. p. 21.
- Monseline, S.P., and E.E., Goldschmidt. 1982. In: Janick, J. (Ed.). *Horticultural Reviews Vol. 4.* Westport, Connecticut. p. 128-173.
- Nielsen, G.H., E.J., Hogue, and B.G. Drought. 1986. The effect of orchard soil management on soil temperature and apple tree nutrition. *Can J. Soil Sci.* 66:701-711.

- Oland, K. 1954. Nitrogenous constituents of apple maidens under different nitrogen treatments. *Physiol. Plant.* 7:463-474.
- \_\_\_\_\_. 1959. Nitrogenous reserves of apple trees. *Physiol. Plant.* 12:594-648.
- \_\_\_\_\_. 1960. Nitrogen feeding of apple trees by post-harvest urea sprays. *Nature.* 185:857.
- Prevot, P. 1964. In: Plant analysis and fertilizer problems. IV; Bould C., P. Prevot y J.R. Magness (Eds.). *Amer. Soc. Hort. Sci.* p. 423-424.
- Priestley, C.A. 1970. Carbohydrate storage and utilization. In: Luckwill, L.C., and C.V. Cutting (Eds.). *Physiology of tree crops.* Academic Press, New York. p. 113-127.
- Quinlan, J.D. 1969. Mobilization of  $^{14}\text{CO}_2$  in the spring following autumn assimilation of  $^{14}\text{CO}_2$  by an apple rootstock. *J. Hort. Sci.* 44:107-110.
- Raese, J.T. 1985. Response of "Delicious" apple trees in the greenhouse to rates and forms of nitrogen and phosphorus in a low-phosphorus soil. *Hortscience.* 20(2):234-236.
- \_\_\_\_\_. 1986. Improved performance of bearing "Delicious" apple trees with nitrogen and phosphate fertilization in a low-phosphorus soil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(5):665-669.
- \_\_\_\_\_. 1987. Delicious apple trees respond to phosphate fertilization. In: *The goodfruit grower.* Vol. 38 No. 8. Yakima, Washington. p. 34-39.
- Reuter, D.J., and J.B., Robinson. 1986. *Plant analysis: an interpretation manual.* Inkata Press. Melbourne. Sidney. p. 36.
- Roberts, R.H. 1921. Nitrogen reserve in apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 18:143-145.
- Robinson, J.B. 1986. Fruits, vines and nuts. In: Reuter, D.J., and J. B. Robinson (Eds.). *Plant analysis: an interpretation manual.* Inkata Press. Melbourne. Sidney. p. 120-146.
- Rogers, B.L., and A.H., Thompson. 1962. Yield, fruit size and growth of York Imperial apple trees as affected by chemical thinning and differential nitrogen nutrition for six years. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80:50-57.
- Rogers, B.L., L.P., Batjer and A.H., Thompson. 1953. Seasonal trend of several nutrient elements in Delicious apple leaves expressed on a percent and unit area basis. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 61:1-5.

- Ruíz S., R. 1986a. Fertilización nitrogenada en manzanos. I. Efecto en producción y calidad de fruta. *Agricultura Técnica (Chile)*. - 46(3):307-313.
- \_\_\_\_\_. 1986b. Fertilización nitrogenada en manzanos. II. Niveles foliares, extracción de nutrientes y eficiencia de uso de nitrógeno. *Agricultura Técnica (Chile)*. 46(3):315-321.
- Ruíz R., e I., Gqdoy. 1978. Experimentos de fertilización nitrogenada con manzanos. En: Informe Convenio INIA-COOPEFRUIT. p. 54-61'
- Shear, C.B., and M., Faust. 1980. Nutritional ranges in deciduous tree-fruits and nuts. In: *Horticultural Reviews Vol. 2*. Westport, - Connecticut. p. 142-163.
- Shelton, J.E. 1976. Effect of placement of phosphorus fertilizer and lime upon growth of "Delicious" and "Golden Delicious" apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101(5):481-485.
- Skroch, W.A., and J.M., Shribbs. 1986. Orchard floor management: An overview. *Hortscience*. 21(3):390-394.
- Smith, F.W. 1986. Interpretation of plant analysis: Concepts and principles. In: Reuter, D.J. and J.B. Robinson (Eds.). *Plant analysis: An interpretation manual*. Inkata Press Melbourne. Sidney. p. 7-12.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila. México, D.F. p. 71.
- Sullivan, J.T., and F.P. Cullinan. 1931. Carbohydrate and nitrogen relationships in apple shoots as influenced by soil management. - *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 28:519-525.
- Taylor, B.K. 1975. Response of newly planted peach and apple trees to superphosphate. *Aust. J. Agr. Res.* 26:521-528.
- Taylor, B.K., and B., Van Den Ende. 1969. The nitrogen nutrition of the peach tree. IV. Storage and mobilization of nitrogen in mature trees. *Aust. J. Agri. Res.* 20:869-881.
- Taylor, B.K., and L.G., Isell. 1971. Influence of rate and method of application of superphosphate on the growth and nutrient status of newly planted peach trees. *J. Hort. Sci.* 46:251-261.
- Thomas, M., L.S., Ramson, and J.A. Richardson. 1956. *Plant Physiology*. - London. 1956.
- Titus, J.S., and S., Kang. 1982. Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apple trees. In: Janick, J. (Ed.). *Horticultural - Reviews*. Westport, Connecticut. p. 204-245.

- Turrent F., A. 1978. El método gráfico-estadístico para la interpretación de experimentos conducidos con la Matriz Plan Puebla I. Chapingo, México. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. 45 p.
- Weeks, W.D., F.W., Southwick, M., Drake, and J.E., Steckel. 1952. The effect of rates and sources of nitrogen, phosphorus and potassium on the mineral composition of Mc Intosh foliage and fruit color. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60:11-21.
- 
- \_\_\_\_\_. 1958. The effect of varying rates of nitrogen and potassium on the mineral composition of Mc Intosh foliage and fruit color. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71:11-19.
- White, G.C., and R.I.C., Holloway. 1967. The influence of simazine or a straw mulch on the establishment of apple trees in grassed down or cultivated soil. J. Hort. Sci. 42:377-389.
- Williams, M.W., and H.D. Billingsley. 1974. Effect of nitrogen fertilizer on yield, size, and color of "Golden Delicious" apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(2):144-145.
- Williams, J.M., and A.H., Thompson. 1979. Effect of phosphorus, nitrogen and daminozide on growth and first fruiting of dwarf apple trees. Hortscience. 14(6):703-704.
- Witter, S.H. 1969. Regulation of phosphorus nutrition of horticultural crops. Hortscience. 4(4):12-14.
- Yamazaki T., T. Niizuma, and T. Taguchi. 1969. Determination of the fertilizer nitrogen requirements of apple orchards. I. The influence of a low nitrogen supply on leaf compositions, growth yield and fruit quality in "Golden Delicious" and Rall's apple (summary). Hort. Abst. 40:54-81.