

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Épocas de aplicación de nitrógeno foliar en el cultivo del  
manzano (*Malus sylvestris Mill.*)**

**POR:**

***ARELI RUGERIO PERALTA***

**Tesis**

**Presentada como Requisito parcial para  
obtener el título de :**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Marzo de 2001**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**ÉPOCAS DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO FOLIAR EN EL CULTIVO DEL  
MANZANO (*Malus sylvestris Mill.*)**

**POR:**

***ARELI RUGERIO PERALTA***

**Tesis**

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.**

**APROBADA POR :**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO**

**SINODAL**

**SINODAL**

---

**D.R. ALFONSO REYES LOPEZ**

---

**M.C. VICTOR REYES SALAS**

---

**M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO**  
**Coordinador de la División de Agronomía**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, haberme brindado la oportunidad de vivir para realizar esta gran meta en mi vida.

A mis padres, que siempre han sabido guiarme, por la confianza que han depositado en mi, y por que gracias a ellos he realizado una de mis metas.

A mis hermanos, por ser mis mejores amigos, por alentarme y ayudarme.

Al MC. Reynaldo Alonso Velasco; antes que nada por su amistad, y por su valioso apoyo para que este trabajo fuera posible.

Al MC. Víctor Reyes Salas; por su amistad, por ayuda durante todo tiempo que llevo de conocerlo; por que ha demostrado que no solo es un maestro sino también un gran amigo, y por su colaboración en la revisión de este trabajo.

Al DR. Alfonso Reyes López; Por su colaboración en la revisión de este trabajo.

Al Ing. Raymundo Cuellar Chávez.

A todos los maestros que he tenido.

A mi Alma Mater.

A Alejandro Medina por su consejos y apoyo en los momentos más difíciles durante mi estancia aquí.

A mis amigas: Alicia S. y a su mamá Maria, Griselda Mtz., Analilia Rmz., Gabriela T., Guadalupe R., Patricia Coss, Marcela M., Gloria Hdz., Gloriela C., Laura Rebeca O., Olga, Rosa C., Carmen y Maribel Hdz., por su amistad sincera y por que me alentaron para salir adelante.

A mis amigos: José Luis (el Chundo), Ubaldo (el Güero), Fernando(el enano), Víctor (el gordo), J. Fco. (Reyna), Felipe, Kennedy (el paisa), Gabriel Ain (El bolillo), Marcos L., Rafael Hdz., por brindarme su amistad y apoyo durante mi formación profesional.

A Francisca Pérez (Paquita), a su hermana Martha y su esposo Jesús y a toda su familia por haberme brindado su ayuda y comprensión durante los tiempos más difíciles que pase en mi estancia en mi Alma Mater.

A mis amigos de la Secundaria y Preparatoria.

## DEDICATORIA

- ☞ A mis padres Teresa Peralta C. y José Fco. Rugerio A., con todo el amor del mundo.
- ☞ A mis hermanos: Gerardo, José Luis y Alejandro por todos los grandes momentos de felicidad que hemos compartido durante toda nuestra infancia y adolescencia, los quiero mucho.
- ☞ A mi novio Alejandro Medina con amor, por estar siempre conmigo en los momentos de enfermedad y de felicidad.
- ☞ A mi abuelita Pascuala Castillo por todo su amor y atenciones.
- ☞ En memoria de mi abuelito Roberto P., (Finado), por el amor que recibimos de el y por que siempre estará con todos nosotros.
- ☞ A mis abuelitos Dominga A. y Manuel R.
- ☞ A todos mis tíos: especialmente a, Juanita, Valentín, Roberto, Arturo, Elpidio, Ana, Francisca, Leticia, Yolanda, Alicia, Gilberto, por su cariño y comprensión que han tenido conmigo y por todos los momentos de felicidad que hemos compartido.
- ☞ A todos mis primos y primas:

Especialmente a Eloina.

## INDICE DE CONTENIDO

Pág.

Agradecimientos

Dedicatoria

<b>I</b>	<b>Resumen</b> .....	1
<b>II</b>	<b>Introducción</b> .....	2
<b>III</b>	<b>Objetivos e Hipótesis</b> .....	3
<b>IV</b>	<b>Literatura revisada</b>	
4.1.	Origen .....	4
4.1.1	Clasificación botánica .....	5
4.1.2	Características del porta injertos MM106 .....	5
4.1.3	Características del cultivar Golden Delicious .....	6
4.2	Fertilización en el cultivo de manzano .....	7
4.2.1	El nitrógeno en el cultivo de manzano .....	8
4.2.2	Época de aplicación de nitrógeno .....	9
4.2.3	El nitrógeno en el amarre del fruto .....	10
4.2.4	Factores que afectan la iniciación floral .....	11
4.2.5	La dehiscencia de las anteras y receptibilidad del estigma .....	12
4.2.6	La alternancia en manzano .....	14
4.2.7	El nitrógeno en la formación de la flor .....	15
4.2.8	Germinación del fruto .....	15
4.2.9	Función del nitrógeno .....	16
4.2.10	Deficiencia y toxicidad de nitrógeno (N) .....	16
4.2.11	Métodos de aplicación de nitrógeno en manzano .....	18
4.2.12	Respuesta al tipo de aplicación .....	18
4.2.13	Fertilización foliar .....	19
4.2.14	Fuentes nitrogenadas .....	20
4.2.15	Efecto del nitrógeno en la calidad del fruto de manzano .....	21

4.2.16	Firmeza de la fruta.....	22
4.2.17	Sólidos solubles en el jugo celular .....	23
4.2.18	Coloración del fruto .....	23
4.2.19	Desordenes fisiológicos (en postcosecha) .....	24
<b>V</b>	<b>Materiales y métodos</b>	
5.1.1	Localización y materiales .....	26
5.1.2	Diseño experimental .....	26
5.1.3	Variables analizadas .....	28
<b>VI</b>	<b>Resultados y discusión</b> .....	31
<b>VII</b>	<b>Conclusiones</b> .....	39
<b>VIII</b>	<b>Literatura citada</b> .....	40
<b>IX</b>	<b>Apéndice</b> .....	44

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Relación de tratamientos en el estudio del cultivo de manzano....	27
Cuadro 2 Número de frutos por árbol en el cultivo de manzano. (Octubre 2000) .....	29
Cuadro 3 Rendimiento de frutos de manzana Kg/árbol. (Octubre 2000) .....	29
Cuadro 4 Grados Brix en el fruto de manzano. (octubre 2000) .....	30
Cuadro 5 Firmeza del fruto de manzano (lbs/cm <sup>2</sup> ), (Octubre 2000) .....	30
Cuadro 6 Prueba de medias (Tukey 0.01) para la variable número de frutos por árbol en el cultivo de manzano .....	31
Cuadro 7 Prueba de medias (Tukey 0.01) para la variable rendimiento en frutos (Kg/árbol), en el cultivo de manzano .....	33
Cuadro 8 Medias de las repeticiones para grados Brix .....	35
Cuadro 9 Medias de las repeticiones firmeza del fruto (Lbs/cm <sup>2</sup> ) .....	37

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 Número de fruto por árbol en relación a la aplicación de nitrógeno foliar en diferentes épocas .....	32
Fig. 2 Rendimiento de frutos en kilogramo por árbol en relación a la aplicación de nitrógeno foliar en diferentes épocas .....	34
Fig. 3 Grados Brix en el fruto de manzana en relación a la aplicación de nitrógeno foliar en diferentes épocas .....	36
Fig. 4 Firmeza del fruto (Lbs/cm <sup>2</sup> ), en relación a la aplicación de nitrógeno foliar en diferentes épocas .....	37

## RESUMEN

Para estudiar el comportamiento del nitrógeno en el cultivo de manzana y determinar sus efectos en la fruta; aplicado vía foliar en diferentes épocas del año se estableció es presente trabajo de estudio en la huerta "Don Oscar", en el Tunal municipio de Arteaga En el Estado de Coahuila durante el ciclo 2000, utilizándose como material vegetativo el cultivar Golden Delicious, de 8 años de edad sobre un portainjertos semi - enano "M106", a una distancia de plantación de 2 y 3 m entre hileras. Los tratamientos fueron sorteados en un diseño de Bloque al azar, con 4 repeticiones, los tratamiento fueron: T1 (sin aplicaciones de nitrógeno), T2 (5 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de Abril), T3 (6 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de junio), T4 (11 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de Abril) T5 (14 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de Abril), T6 (4 aplicaciones de urea al 3% en el mes de julio), T7 (2 aplicaciones de urea al 3% después de la cosecha y antes de la caída natural de las hojas).

Los resultados obtenidos indican que la mejor época de aplicación de Nitrógeno vía foliar en el cultivo de manzano es durante el mes de julio en forma semanal en dosis de Urea al 3%, con lo cual se obtiene hasta un 44% de incremento en el rendimiento de fruto.

## INTRODUCCION

En los frutales como en cualquier hortaliza se desea tener máximas cosechas en volumen y calidad. Para ello debemos tener una cantidad óptima de luz, nutrientes, agua, drenaje del suelo, aire, y aprovechar los métodos modernos de almacenamiento, transporte y comercialización de cosechas enteras. Con la mejora del suelo con leguminosas fijadoras de nitrógeno, la poda para aumentar el tamaño de los frutos, la aplicación de insecticidas y el uso de variedades seleccionadas para combatir los insectos parásitos, se obtienen los frutos uniformes e impecables que ahora son norma en los establecimientos comerciales.

El nitrógeno es considerado un factor dominante en el crecimiento y desarrollo de los árboles de manzano y otros cultivos hortícolas. Los rendimientos más elevados se obtienen cuando todos los factores que determinan la producción, entre ellos el estado nutricional se encuentra en sus niveles óptimos.

Los efectos del nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo, floración y amarre de fruto, rendimiento, madurez y fisiología de postcosecha en muchos de los casos ya han sido estudiados, sin embargo, el entendimiento del modo de acción del nitrógeno y sus constituyentes dentro de las plantas en los diversos procesos está lejos de ser completamente conocida.

La mayor parte de los árboles de manzano en producción en la sierra de Arteaga en el estado de Coahuila, tienen niveles marginales de fertilización nitrogenada ya que en esta región generalmente se realizan con aplicaciones al suelo al inicio de la primavera antes de la brotación y solo un bajo porcentaje de los productores los complementan con aplicaciones foliares.

Los bajos estados nutrimentales que se tiene en los árboles de la región de la sierra frecuentemente conducen a la obtención de frutos pequeños y ala presencia de alternancias más frecuentes en la producción lo que trae como consecuencias una disminución en el rendimiento y en la calidad también puede ser afectada significativamente por la proporción y el tiempo de aplicación de nitrógeno.

Existen pequeñas evidencias de que variaciones en el tiempo de aplicación del nitrógeno conducen a otras respuestas que también alteran los niveles de nitrógeno en los diversos tejidos del árbol.

La obtención de alternativas de aplicación tanto al suelo como al follaje a través del riego puede traer como consecuencia una mayor eficiencia en la absorción de nitrógeno, asimismo, el conocimiento de los principales compuestos nitrogenados presente en los diversos tejidos incluyendo el movimiento ascendente de los mismos ayudarán a hacer un uso más eficiente de la fertilización nitrogenada en el cultivo del manzano.

### **III. OBJETIVOS**

Observar el efecto del nitrógeno aplicado vía foliar en el rendimiento de fruto de manzano.

Determinar la mejor época de aplicación del nitrógeno foliar en el cultivo del manzano.

### **HIPÓTESIS**

La aplicación de nitrógeno foliar en manzano en diferentes épocas del año no afecta el rendimiento y calidad del fruto.

## IV. LITERATURA REVISADA

### 4.1. Origen

No se conoce con seguridad el lugar de origen del manzano, pero es probable que el árbol proceda de la región comprendida entre los mares Negro y Caspio. En asentamientos prehistóricos descubiertos en los lagos suizos, se han hallado restos carbonizados de manzanas. También fueron muy apreciadas por griegos y romanos.

Bouylay (1976), citado por Bolivar 1984, Menciona que el manzano *Malus communis* L; apareció en Europa después del período Glacial, en el periodo cuaternario, simultáneamente con el hombre de la edad de piedra, siendo una de las primeras especies frutales conocida y puesta en el cultivo por el hombre; él mismo menciona que Transcaucasia Central se encuentra el lugar de origen de manzano *Malus pumila* L; en el Asia Central el centro de origen de manzano *Malus sylvestris* L; (Tamaro, 1974), concluye que el manzano es originario de las partes templadas del Caucaso en el continente Europeo y de la región del Asia Central.

La manzana llegó a América de la mano de los primeros colonos, que llevaron consigo semillas del árbol. Se conservan documentos de la Massachusetts Bay Company, de Estados Unidos, que demuestran que en Nueva Inglaterra ya se cultivaba el manzano en 1630. Indígenas, misioneros y comerciantes llevaron las semillas hacia el oeste de los nuevos territorios.

Los primeros cultivadores seleccionaron variedades mejores a partir de semillas de formas silvestres y las reprodujeron mediante injerto. Actualmente se obtienen muchas variedades por medio del cruce controlado de parentales escogidos. Las mutaciones beneficiosas de variedades comunes son también fuente de nuevas variedades. En general, se considera que las variedades

modernas son resultado de la polinización cruzada entre varias especies, ya que son heterocigóticas, es decir, que no siempre reproducen el tipo original cuando se multiplican, Encarta (2000).

Donde mejor crece el manzano es en zonas en las que la temperatura es igual o inferior a cero grados durante al menos dos meses. Las necesidades de frío exactas dependen de la variedad. El árbol soporta hasta  $-40^{\circ}\text{C}$  de temperatura. El manzano se reproduce vegetativamente por injerto. La técnica consiste en insertar una púa (yema de la variedad deseada) en la base del tallo o el tronco de un árbol que se llama patrón o portainjertos; a veces, el patrón es a su vez un árbol obtenido por injerto, aunque normalmente es un patrón silvestre con raíz. Hay varios patrones de raíz que tienen la propiedad de determinar el tamaño; el interés de esto radica en que los árboles de altura uniforme facilitan las operaciones de pulverización y recolección. Hay variedades que producen árboles enanos, muy apreciados cuando el terreno disponible es escaso, Encarta (2000).

**4.1.1. Clasificación científica** el manzano pertenece al género *Malus*, de la familia *Rosaceae*.

#### **4.1.2 Características del portainjerto “MM106”**

Anzures (1985), Menciona que el portainjerto “MM106” fue liberado por el instituto de Horticultura “Jonh Innes en Merton, Inglaterra y la Estación de investigación East Malling, las cuales colaboraron en el proyecto; con el nombre “Malling Merton” es derivado de las localidades de esas dos instituciones.

#### **“MM106” (Patrón resistente al pulgón lanígero)**

Countanceau (1971), Menciona que el MM106 (Northem Spy x E.M.I) patrón semi vigoroso comparable al E.M.VII (los árboles crece durante los primeros años con mucho vigor y luego se reduce el crecimiento), cuando se coloca en buenos

terrenos, pero de menor vigor en suelos arenosos. No produce rebrotes y el anclaje es bueno, produce más que el E.M.VII (Cuando reduce el crecimiento al mismo tiempo que comienza a producir abundantemente), y puede sustituir ventajosamente al E.M.IX en terrenos ligeros y secos poco profundos, (E.M.IX exige terrenos de una calidad excelente excepcional para obtener grandes cosechas).

Anzures (1985), menciona que el M.M.106 es una cruce entre Northern Spy x E.M.I (East Malling Research Station). Vigoroso, de ramos algo abiertos, Madera cubierta con pubescencia blanca, algo hinchados en los nudos, lenticelas inconspicuas y yemas gris ceniza; hojas aplanadas mas bien brillantes.

Medianamente prolífico en acodo de cepa, enraíza bien, susceptible a cenicilla. Produce un árbol semienano de mediana fructificación, más pequeño en suelos ligeros, casi tan precoz para fructificar como EMIX con algunas variedades vigorosas, medianamente bien anclado, no emite chupones. Mejor adaptado a suelo ligeros que EMVII, su habito es moderadamente abierto y suficientemente erecto para utilizar el líder central, susceptible a bajas temperaturas de invierno, susceptibilidad media a tizón de fuego. Resistencia a virus latentes, resistente a pulgón lanífero susceptible a pudrición del cuello y cenicilla polvorienta.

#### **4.1.3 Características del cultivar “Golden Delicious”**

Álvarez (1974), menciona que es una variedad de origen americano, con un área de adaptación muy amplio, es la manzana preferida de muchos países y la de mayor cultivo en los últimos años.

Juscáfresca (1976) árbol de gran vigor y fructificación, fruto de tamaño grande, forma cilíndrica – Tronco cónica, piel amarilla oro, pulpa crujiente acidulada y de gran conservación, madura entre octubre – enero.

La fruta de esta variedad es de tamaño grande, de forma redondeada, ovalada, alargada, simétrica y sin protuberancias. Piel brillante, seca, lisa, color amarillo y con lenticelas rojas. Pulpa de sabor dulce, perfumada, amarillenta y firme. El árbol es de buen vigor, madura en diciembre y se conserva hasta febrero o marzo, Fabregas (1969).

Los árboles de Golden Delicious son de crecimiento vigoroso, precoces y de gran producción. Conviene advertir, sin embargo, que resultan sensibles al moteado y al oidio, y en algunas regiones pierden las hojas prematuramente, y el fruto puede resultar pequeño por la excesiva producción si no se aclaran.

La manzana es de color amarillo dorado, más larga que ancha, con la carne blanco – amarillenta, firme, fina, jugosa, perfumada y muy sabrosa. El pedúnculo o rabo es largo o muy largo, y la piel, delgada y resistente, cubierta con lenticelas grisáceas, Álvarez (1974).

#### **4.2. Fertilización en el cultivo de manzano**

Se ha encontrado variación considerable en la respuesta de los cultivos hortícolas a las diferentes formas de nitrógeno. Algunos investigadores han defendido la superioridad de nitrato sobre el amonio, mientras que otros han concluido que las fuentes de nitrógeno, ocasionan poca diferencia siempre y cuando otros factores no sean limitantes. En sí en la mayoría de las condiciones favorables de campo para el crecimiento del árbol, la nitrificación procede tan rápidamente entre amonio y nitrato son muy difíciles.

Todas las raíces de los árboles frutales pueden absorber nitrógeno así como al nitrógeno orgánico del suelo y la absorción del nitrógeno dependen en gran parte de la presencia de las hojas. Los intentos para comparar la nutrición

con amonio o nitrato no ha sido conclusivos, y los resultados bajo ambiente controlado también han sido contradictorios.

La actividad de la nitrato reductosa principalmente se lleva a cabo en las raíces del manzano, lo que permite que el nitrato libre sea translocado a los tejidos aéreos y principalmente en aminoácidos como la glutamina, aspartato, aspargina y arginina. La contribución relativa de los aminoácidos al nitrógeno total disminuye gradualmente mientras que el tejido de la hoja esta creciendo actualmente esto a la vez indica una síntesis activa de acumulación de proteína en el tejido de la hoja gran parte de la estación de crecimiento. Con la ayuda de trazadores radioactivos, se han demostrado que las raíces del árbol están equipados con los sistemas enzimáticos para síntesis de aminoácidos, Tito et al (1986).

Schneider y Scarborough (1985), mencionan que las practicas de fertilización varia de una a otra área , así como también varia de acuerdo a sus fases fenológicas.

#### **4.2.1 El nitrógeno en el cultivo del manzano**

El manzano requiere nitrógeno en cantidades notorias, debido a que forma parte de muchos compuestos importantes, especialmente de las proteínas que ejercen influencia sobre el color del follaje y el crecimiento de la planta, además estas son básicas para el rendimiento del frutal. El nitrógeno es importante en la producción del fruto, Pues propicia el desarrollo del follaje tanto en la superficie foliar como el contenido clorofílico, factores que regulan la asimilación del carbono atmosférico; también favorece la formación de yemas y brotes fructíferos (Dardos o espolones).

La falta de nitrógeno en el manzano se manifiesta por el retraso en el desarrollo y escaso vigor de los brotes, cuya corteza suele presentar una coloración amarillenta o rojiza; las hojas son pequeñas, de color verde pálido al principio y acaban por amarillentarse; la floración es poco abundante; los frutos son pequeños, de mediana calidad y sin aromas. El exceso de nitrógeno no es conveniente pues propicia un exuberante desarrollo vegetativo, en perjuicio de la fructificación (frutos insípidos y de mala conservación), Favorece también el ataque de *Monilia fructigena*, (Childers, 1966), Citado por Ramírez y Melchor (1994).

El exceso de nitrógeno da lugar a frutos verdes y mal coloreados. Para árboles jóvenes antes de producir, se aconseja la relación 5 - 10 - 15 (N,P,K) en cantidad de 225 a 335 Kg/Ha, (Childers, 1966), Citado por Ramírez y Melchor, (1994).

#### **4.2.2 Época de aplicación de nitrógeno**

Schneider y Scarborough (1985), Dicen que parece haber una inclinación de que la aplicación de fertilizantes hacia el final del otoño es bueno para las manzanas, así como también parece satisfactorio aplicarlos muy pronto en la primavera. El programa ideal para la aplicación del nitrógeno, sería aplicar los fertilizantes de modo que el máximo de cantidad de nitrógeno esté disponible cuando las plantas comienzan a desarrollarse.

MuroKa y Neptune (1977), citados por Loera (1993), señalan que la mejor hora del día para la aspersion foliar es temprano, por la mañana.

Wittwer y teybner (1959), citados por Contreras (1992), mencionan que la hora de aplicación para la absorción más rápida es en la noche durante las primeras horas de la mañana.

Contreras (1992), Concluyo que las mejores dosis para el rendimiento en Kg, es la dosis de Urea al 3% aplicado en primavera; verano.

En los árboles maduros es necesitada una cantidad decreciente de nitrógeno desde la primavera hasta que la fruta es recogida, especialmente si se tiene en cuenta que un nivel decreciente o bajo es necesario en el tiempo de maduración de la fruta para que ésta tome buen color y quizá mejores características de manejo.

Hill - Cottingham y Cooper (1970), reportaron que hay acumulación de aspargina y arginina especialmente de los árboles jóvenes de manzana con la aplicación de nitrógeno en otoño.

En el manzano los nutrientes de reserva son de gran importancia y es obvio cuando se considera el hecho de que la brotación de la yema en la primavera tiene lugar en la época cuando las condiciones para la absorción radical no son siempre optimas, Couvillon y hendershott; (1985), confirmaron lo anterior y agregaron que el nitrógeno utilizado en la floración y la brotación foliar y en el amarre de fruto y el periodo de crecimiento rápido le sigue, proviene del nitrógeno almacenado en el año anterior, el cual es utilizado en su totalidad antes de que finalice junio.

#### **4.2.3 El nitrógeno en el amarre del fruto**

El nitrógeno es uno de los factores que se consideran para asegurar el nacimiento del fruto en forma satisfactoria, mencionan Schneider y Scarborough (1985). El nitrógeno puede aumentar la fructificación, la provisión de carbohidratos y nitrógeno utilizable por el árbol influencia marcadamente el porcentaje de flores que nacen y se convierten en fruto.

La fertilización de nitrógeno bastante temprana es la estación para que el árbol reciba las sustancias antes de la floración, resultará generalmente en aumento de fruto.

#### **4.2.4 Factores que afectan la iniciación floral**

- ◆ Carbohidratos: Varios autores como (Hillman, 1964; Tukey, 1964; Evans 1969<sup>a</sup>; Westood, 1978; Childers, 1983), citados por Almaguer (1997); han explicado la formación de dichas yemas con base en las cantidades relativas de carbohidratos y nitrógeno (Relación C/N) existentes en la planta.
- ◆ Efecto de las hojas
- ◆ Efecto de los frutos
- ◆ Agua
- ◆ Luz y temperatura
- ◆ Fotoperíodo y vernalización y reguladores del crecimiento
- ◆ Crecimiento vegetativo: Garza (1982), citado por Almaguer (1997), menciona que con el crecimiento vegetativo, la inhibición de la iniciación floral, se puede estimular mediante prácticas culturales tales como el riego, la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados, la poda y la aplicación de giberélico.
- ◆ Nutrición mineral: la planta necesita de los 16 elementos considerados esenciales en cantidades adecuadas dentro de la planta. No obstante, de lo anterior sólo existen evidencias del nitrógeno y del fósforo como elemento determinante en la iniciación de yemas florales.

Existe cierta discrepancia entre distintos autores en cuanto al efecto de la época de aplicación de fertilizante nitrogenado sobre la iniciación floral; Ebell (1967b y 1969); citados por Jackson y Sweet (1972), señala que la época de aplicación es crítica para lograr una mayor iniciación de yemas florales, sin embargo, Delap (1967), reportó que la iniciación floral en manzano, no se vio afectada por la aplicación de este elemento. Hill Cottingham y Williams (1967), citados por Almaguer (1997); señalan que la iniciación de yemas florales coincide con una detención en el crecimiento, y que cuando se realizan aplicaciones tempranas de nitrógeno, las flores presentan un desarrollo lento así como una fertilidad baja.

Childers (1975), reporta que la aplicación excesiva de fertilizante nitrogenado ocasiona un crecimiento vegetativo abundante y una reducción en la floración, sin embargo, la aplicación moderada de este elemento, incrementa la formación de flores, aunque en limón persa hay evidencias de lo contrario.

#### **4.2.5 La dehiscencia de las anteras y receptibilidad del estigma**

Depende de cómo se presente el estado del tiempo. La primera se puede dar uno o seis días, dependiendo de si el tiempo está nublado y lluvioso (Bellini y Bini, 1978). La receptibilidad se da durante cuatro o seis días y es mejor cuando el estigma se pone de color oscuro, en el caso del ciruelo (Bellini y Bini, 1978), Aunque se ha observado en manzano, que este periodo puede ser prolongado por aplicaciones de nitrógeno (Williams, 1965).

Williams (1970) citado por Almaguer (1997), comprobó, que las fertilizaciones nitrogenadas alargan la viabilidad del saco embrionario en manzano. Este mismo autor, menciona que existe correlación entre el PPE (Periodo de polinización

efectiva) y la producción, debido a que durante mayor número de días se permite mayor fecundación.

### Diagrama de factores que influyen en el amarre de fruto (Williams, 1970)



Con el amarre se inicia el crecimiento el cual tiene tres fases. Al final del fruto queda formado teniendo diferentes partes. Las practicas culturales pueden influir directamente o indirectamente en todos los aspectos de crecimiento, maduración y post maduración. Cuando se tiende a incrementar el vigor del árbol, se prolonga el crecimiento y maduración de la fruta (Addoms et al 1930; citado por Romini y Jennings, 1974).

Abrigo et al (1966); citado por Romini y Jennings (1974), citados por Almaguer (1997); demostraron que altas dosis de nitrógeno, prolongan la división celular, por lo que la madurez se retarda.

Curry (1990); menciona que un exceso de N, tiende a promover un temprano alargamiento celular y por lo tanto un aumento en la formación de rosetado, sin embargo en otros estudios (Faust y Shear, 1972) indican que esto

no sucedió. Estos desbalances nutricionales resultan en frutos alargados pero con insuficiente número de células, condiciones fundamentales para el desarrollo de roseteado bajo un estrés de altas temperaturas. En ciertas condiciones de rápidas fluctuaciones de temperatura, el alargamiento de los frutos podría tener más roseteado.

#### 4.2.6 La alternancia en manzano

El manzano es un frutal que presenta alternancia (Crane y Nelson, 1971) Se han postulados diferentes hipótesis para explicar este fenómeno, como por ejemplo la hormonal que se presenta en Manzano (Davis, 1957).

##### Diagrama de alternancia, de acuerdo a la hipótesis Hormonal



Algunos de los factores que pueden afectar la alternancia son: Portainjerto, Suelo, Polinización, Incompatibilidad, dicogamia, anillado, fertilización y poda. Las practicas para reducir la alternancia son: Un manejo adecuado que involucra raleos, poda, fertilizaciones optimas etc.

## Factores involucrados en las estrategias de usos de fertilizantes



### 4.2.7 El nitrógeno en la formación de la flor.

La otra parte de la relación Carbohidrato-Nitrógeno es el Nitrógeno. Si la provisión de este es aumentada, ello favorece ordinariamente el desarrollo de la planta, y cuando este es favorecido, son mejoradas las condiciones en la utilización por la planta de los carbohidratos elaborados por las hojas. Una planta con deficiencias producirá pocas flores. Así pues, el aumento de las reservas de nitrógeno, particularmente en las plantas nuevas, tiende a disminuir más bien que ha aumentar la formación de capullos. Sin embargo, si las plantas no tiene bastantes nitrógeno, podría ser este el material necesario para la formación del capullo, (Schneider y Scarborough,1985).

### 4.2.8 Germinación del fruto

La relación Carbohidrato-Nitrógeno es un factor muy importante en la germinación del fruto. Por lo que se debe tener una condición optima en este factor ya que si no es así la germinación no se llevara acabo aun formado ya el capullo, (Schneider y Scarborough 1985).

#### **4.2.9 La función de nitrógeno**

Es componente de las proteínas y participa en la formación de clorofila, entre otras cosas (Anónimo, 1985<sup>a</sup>, citado por Almaguer 1997). Teniendo muchas otras funciones las cuales se pueden ver afectadas ya sea por deficiencia o exceso de nitrógeno.

#### **4.2.10 Deficiencia y toxicidad de nitrógeno (N)**

##### Deficiencia de nitrógeno

Se ha considerado a este elemento como el más importante en huertos frutales. Cuando esta en niveles deficientes en la planta, ésta reduce su crecimiento y las hojas basales tienden a tener hojas amarillentas en los primeros síntomas. Posteriormente se generaliza en toda la planta. Estos pueden desarrollarse en cualquier época de la estación, dependiendo del clima y el nivel de disponibilidad de N, pero si no hay suministro, al final de la estación, la estación, los síntomas son más acentuados y entonces las hojas basales presentan síntomas severos. Estas hojas pueden desarrollar áreas necróticas a lo largo de sus márgenes. Los frutos son pequeños, maduran muy rápido, además son astringentes. La diferenciación floral puede disminuir y la fructificación al año siguiente es reducida. Los árboles con deficiencia son muy susceptibles al daño por frío (Childers, 1968 citado por Almaguer, 1997)

En manzano los frutos fueron chicos y coloreados, presentando las hojas un color amarillento y crecimiento vegetativo de 3 o 4 cm (Amado 1985), citado por Almaguer, 1997)

La deficiencia de nitrógeno reduce el desarrollo de la planta, las hojas más viejas toman un matiz amarillento, siendo frecuentemente quebradizas y

delgadas. En las hojas viejas el tono amarillo esta más acentuado que en las tiernas, (Schneider y Scarborough, 1985).

Las deficiencias de N dan como resultado por regla general, que las plantas se cargan menos de fruto, el tamaño de este es más pequeño y el rendimiento es menor. Sin embargo la fruta producida tendrá relativamente buen color, (Schneider y Scarborough, 1985).

La provisión de nitrógeno es sumamente afectivo en todas las áreas donde se desarrollan frutos, pero la fertilización con este elemento es un problema tanto por exceso como por defecto y ambos extremos son malos en la producción de la fruta, (Schneider y Scarborough, 1985).

#### Toxicidad de nitrógeno

El exceso de N puede ser tan peligrosos como la carencia y puede depender del balance de N con otros nutrimentos, la forma de N disponible para las raíces y el tiempo de aplicación. Como el N influye significativamente en el crecimiento y la floración, los brotes tienen un excesivo desarrollo vegetativo y el color del fruto se reduce y se retrasa la maduración. Los daños por deficiencias de Ca se agravan con el exceso de N, (Almaguer, 1997)

Shear (1971), Señala que la fertilización nitrogenada exclusiva a altas concentraciones puede acentuar la deficiencia de calcio de manzano.

El exceso de nitrógeno dará como resultado que la planta tendrá hojas con color verde oscuro y vástagos largos, delgados y tiernos, (Schneider y Scarborough, 1985).

Las plantas tienen una apariencia fusiforme, las hojas pueden estar muy separadas en el tronco y la formación de la flor quizá este restringida, especialmente en las plantas frutales nuevas, (Schneider y Scarborough, 1985).

#### **4.2.11 Métodos de aplicación Nitrógeno en manzano**

Es importante determinar la distribución de las raíces para colocar el fertilizante en el área donde sea más aprovechable. Las raíces tienen diferente distribución dependiendo del tipo del suelo, clima y método de cultivo; se menciona en la revista fruticultura mexicana (1972) citada por Homero, (1993).

- ◆ Colocación de fertilizante en surcos
- ◆ Colocación al voleo
- ◆ Colocación de fertilizante en surcos profundos
- ◆ Fertilización foliar

Otros métodos de colocación de fertilizantes se han utilizado aparatos que inyectan una solución de fertilizante en la zona radicular, así mismo, se utiliza con éxito, en muchos casos, la aplicación de elementos menores en aspersiones al follaje; Así como aplicaciones complementarias de elementos mayores también se han inyectado al tronco elementos menores con buenos resultados. Fertilización el sistema de riego ya sea por aspersión o goteo o fertirriego.

#### **4.2.12 Respuesta al tipo de aplicación**

De los métodos ya mencionados el que tiene una rápida respuesta es la fertilización foliar método más eficiente cuando se trata de elementos secundarios o menores en pequeñas dosis, sobre todo para corregir deficiencias ya que la respuesta ocurre en menor tiempo que si se aplica al suelo, (Tisdale y Nelson, 1974).

Las aspersiones foliares de urea incrementaron el porcentaje de frutos en las clases de tamaño grande, rendimiento del árbol, firmeza del fruto, sólidos solubles, color y la cantidad de roseteado, (Meamador, 1978; Ferree y Cahoon, 1987).

Fhir (1972), reporto la ocurrencia de la nitrato reductasa en raíces de manzana indicando que las raíces finas de manzano exhibieron la actitud más alta de la reducción del nitrato a través de la estación, mientras que en las raíces principales la reacción fue mucho más baja. En resumen se considera que la mayor reducción del nitrato se lleva a cabo en las raíces.

#### **4.2.13 Fertilización foliar**

La aplicación foliar de nutriente no es un sustituto de la fertilización al suelo excepto para elementos usados en pequeñas cantidades por plantas y la mayoría de las veces es un suplemento de la fertilización al suelo. No todos los tipos de planta responden a la aplicación foliar de nutrientes, muchas características físicas y químicas de las hojas afectan la utilización adecuada del fertilizante y hay más peligro por quemaduras mediante este método que aplicado al suelo. Más sin embargo cuando es aplicado foliarmente es absorbido rápidamente que cuando es aplicado al suelo, (Morton, 1962).

Boyton (1954); citado por Contreras (1997), mencionan que cuando se aplican soluciones nutricionales al follaje, los elementos penetran a través de los estomas, cutícula y ectodermo vía epidermis. La fertilización foliar es para corregir deficiencias en la planta rápidamente así como problemas de fijación de nutrimentos en el suelo.

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

Aldricha y Leng (1974), citado por García (1997), dicen que se considera una ventaja específica de la fertilización foliar el que los nutrientes aplicados al follaje penetren en las hojas con rapidez y pueden ser disponibles para la planta en los momentos críticos.

Bastin (1970), Establece que una desventaja en general, es cuando las lluvias son prolongadas, las hojas, sobre todo las viejas pueden abandonar sales minerales y sustancias orgánicas.

#### **4.2.14 Fuentes nitrogenadas**

El abono más comúnmente inyectado en el sistema es nitrógeno, muchas fuentes nitrogenadas trabajan muy bien en ferti-irrigación. La lista siguiente esta compuesta de la fuente de riego más común utilizado en la ferti-irrigación y fertilización foliar ya que son solubles, (Doerge, 1991).

Nitrato de amonio soluble en agua es económico.

Sulfato de Amonio, Nitrato de Amonio y Nitrato de Potasio. Son relativamente solubles en agua y solo causan un pequeño incremento en el pH del agua o suelo.

El Nitrato de Calcio es relativamente soluble en agua y solo causan un pequeño incremento en el pH del agua o suelo. Sin embargo si el agua contiene

niveles altos de bicarbonatos, esto puede resultar en una precipitación de carbonatos de calcio.

La urea es relativamente soluble y no se ata en las partículas del suelo, así que mueve a una mayor profundidad que productos amoniacos. Por medio de hidrólisis la Urea es transformada a en una fuente amoniaca y se ata en las partículas de suelo.

La urea es muy soluble y hasta que no se convierte en compuestos de amonio mediante hidrólisis por la enzima ureasa, es tan móvil como el nitrato, (Loera, 1993)

Otero (1984), indica que ha comprobado que compuestos de elevado peso molecular, tales como los aminoácidos, pueden ser asimilados tanto por la raíz como por vía foliar. Al respecto mencionan que la urea es rápidamente asimilada por las hojas y es transformado en amoniaco por la enzima ureasa; tiene un alto grado de solubilidad en el agua y que en vista de esto y su fácil asimilación foliar, se emplea se emplea frecuentemente en aspersiones nutritivas.

#### **4.2.15 Efecto del nitrógeno en la calidad del fruto de manzano**

El exceso de nitrógeno puede acentuar las marcas del manejo y otros factores de la calidad. Menciono, (Schneider y Scarborough, 1985).

Holme y Rodees (1971), Señalan que la manzana es una fruta de climatérica caracterizada por un levantamiento súbito en la respiración y producción de etileno durante su maduración. Abeles et al (1992), menciona que la maduración en manzanas es caracterizado por una serie de cambios físicos y químicos, incluso los cambios en color, textura y sabor.

Schneider y Scarborough (1985), señalan que dentro de las condiciones que afectan la calidad de los frutos esta la nutrición de la planta que afecta no solamente la cantidad de fruta, sino que han sido estudiadas como son el tamaño, color, comestibilidad y las características de manejo.

La fruta producida en árboles de poco vigor , el cual tiene como causa la nutrición inadecuada u otros factores que contribuyen a la cadencia general de la planta, es generalmente de baja calidad.

No solamente la deficiencia afecta la calidad de la fruta, sino también el exceso. Las frutas desarrolladas con exceso de provisión de nitrógeno, pueden ser bajas en color rojo y demasiado altas en color verde. Así mismo esta fruta quizá sea blanda para el manejo y puede ser extra grande, lo cual será una condición no deseable.

También la intensa fertilización puede hacer la planta vigorosa y espesa, la cual es más propensa al desarrollo de enfermedades.

#### **4.2.16 Firmeza de la fruta**

(Hesse y Hitz, 1938 et de Blanpied al 1978), citados por Richard (1992); Mencionan que existe una relación entre el tamaño de fruta y la firmeza que tiene el mismo. La firmeza de la fruta disminuye cuando la cantidad de fertilizante nitrogenado aumenta.

Mason (1969); Williams y Billings (1974), señalan que la menor firmeza del fruto se asoció con las dosis altas de N.

Soto (1986) citado por Garza (1997); menciona que a mayor crecimiento del fruto, ocurre mayor pérdida de firmeza acumulada y que por medio de ésta se puede predecir el comportamiento del fruto en postcosecha.

#### **4.2.17 Sólidos solubles en el jugo celular**

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

Richard, L. Ferry (1992); mencionan que para los índices de maduración los valores deseables deben ser fijos para la firmeza de pulpa y la concentración de los sólidos soluble y asegurar fruta de variaciones estacionales, estos niveles no siempre pueden ser medidos antes de la fecha de cosecha. La cosecha debe tardar hasta que la concentración de los sólidos soluble aumenta al nivel deseado.

#### **4.2.18 Coloración del fruto**

Williams y Billingsley (1974), citado por Almaguer (1997), dice 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 otra parte Cortes (1984), señala que para tener una buena coloración de frutos de manzano es muy importante la cantidad de horas frío que se dan poco antes de la cosecha, de tal forma que se pueda obtener un buen precio en el mercado, una buena aplicación de nitrógeno en el árbol puede disminuir este problema.

Aun que Magness et al (1984), Señala que no encontraron efecto de la época de aplicación del nitrógeno en la coloración de los frutos de árboles adultos y tampoco observaron una relación entre el contenido de nitrógeno foliar y el color de los frutos provenientes de árboles jóvenes, cuando hicieron tratamientos al inicio de la primavera, al principio o al final del otoño.

#### **4.2.19 Desordenes fisiológicos (en postcosecha).**

Westwood (1982), encontró que la fertilización nitrogenada exclusivamente resultó en frutos de manzano con pocas y grandes células los cuales estuvieron predispuestos a desordenes de almacenamiento. Sher (1971), Señala que la fertilización nitrogenada exclusiva a altas concentraciones puede acentuar la deficiencia de calcio en árboles de manzano.

Las manzanas tiene varios tipos de desórdenes, como el núcleo de agua, el amargamiento, el abofamiento entre otras.

Cuando se tiene en el tamaño de los frutos y de los brotes por efecto del nitrógeno, o por los crecimientos vigorosos al final del periodo vegetativo, se presenta entonces una competencia de calcio abatiéndose su contenido en los frutos y manifestándose la mancha amarga, (Van Der Boon, 1974); también con las fertilizaciones altas de tipo desbalanceado y (Bünemann, 1972 y Van Der Boon, 1974); con las aportaciones de nitrógeno en verano. Esto indica que ante un incremento de fertilización con nitrógeno en un huerto de manzanos, aumenta la probabilidad de la manifestación de la enfermedad fisiológica, (Lewis et al 1977).

Altos niveles de nitrógeno incrementan la respiración (Faust y Shear, 1972), reportaron además que el fruto de los árboles con alto nitrógeno tuvieron una respiración más alta a través de toda la estación de crecimiento y maduraron varios días antes que el fruto de otros tratamientos. Además encontraron que el fósforo puede contrarrestar el incremento de la respiración causada por el nitrógeno a sí como el calcio en altas dosis.

El Nitrógeno aplicado a finales de verano o a principio de otoño, incrementan el nivel de calcio en los frutos la siguiente estación (Tromp, 1975). Larga vida de almacenamiento, generalmente esta asociada con bajos niveles de nitrógeno en el fruto.

Por lo que para ayudar a la conservación de la fruta en refrigeración y después de esta se debe aplicar dosis moderadas de nitrógeno menciona, (Garza, 1993).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **5.1.1 Localización y Materiales**

El presente estudio se llevó a cabo durante el año 2000, en la huerta de manzano denominada “Don Oscar” que se localiza en el lugar conocido como el tunal del municipio de Arteaga en el Estado de Coahuila.

El material vegetativo utilizado fue manzano de la variedad “Golden Delicious” injertada sobre el patrón semi-enano M106, con una edad de 8 años con una distancia entre árboles de 2.0 m y 3 m entre hileras.

La huerta cuenta con sistema de riego por goteo y las actividades propias de mantenimiento de la misma como podas, control de malezas, aplicación de fertilizantes a excepción de nitrógeno en el área de estudio, así como el control de plagas y enfermedades fueron realizadas por el propio productor cooperante.

La huerta cuenta también con mallas de plástico para proteger a los árboles de daño por granizo las cuales estuvieron colocadas durante todo el ciclo productivo del cultivo.

### **5.2.1 Diseño Experimental**

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones en donde se tenían 12 árboles como unidad experimental por lo cual los dos árboles centrales se consideraron como parcela útil.

## **Cuadro 1. Relación de tratamientos en el estudio del cultivo de manzano**

Tratamiento	Época de aplicación
1 testigo	
2 Urea 3%	Primavera (Abril y Mayo)
3 Urea 3%	Verano (Junio y agosto)
4 Urea 3%	Primavera – Verano (Abril a agosto)
5 Urea 3%	Primavera verano – otoño (Abril a Septiembre)
6 Urea 3%	4 aplicaciones en julio
7 Urea 3%	Postcosecha dos aplicaciones

Como fuente de nitrógeno se utilizó el producto comercial denominado Urea Lobi desbierutizada con un 46% de nitrógeno por lo cual se utilizaron 3 Kg de urea Lobi por cada 100 litros de agua.

Las aplicaciones se realizaron cada 15 días de acuerdo a cada tratamiento utilizando una aspersora de mochila manual marco “Solo”

### **Aplicación de los tratamientos**

Tratamiento 1 testigo no se aplicó nitrógeno

Tratamiento 2 se realizaron 5 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de Abril

Tratamiento 3 se realizaron 6 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de junio

Tratamiento 4 se realizaron 11 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de Abril

Tratamiento 5 se realizaron 14 aplicaciones de urea al 3% a partir del 22 de Abril

Tratamiento 6 se realizaron 4 aplicaciones de urea al 3% en el mes de julio.

Tratamiento 7 se realizaron 2 aplicaciones de urea al 3% después de la cosecha y antes de la caída natural de las hojas.

### **5.1.3 Variables Analizadas**

#### 1.- Número de frutos de árbol:

La cosecha se realizó el día 29 de septiembre del 2000 y se registraron el número de fruto de los dos árboles de la parcela útil de cada tratamiento.

#### 2.- Firmeza del fruto:

Se realizó en los 10 frutos previamente seleccionados utilizando un penetrometro. (Lbs/Cm<sup>2</sup>).

#### 3.- Grados brix:

Se realizó en los 10 frutos por tratamiento utilizando un refractómetro.

#### 4.- Rendimiento total por árbol (Kg):

Se registró el peso tal de los frutos de los dos árboles de la parcela útil.

### **Análisis Estadístico**

Antes de realizar los análisis de varianza correspondientes a rendimiento, grados brix, firmeza de fruto y números de fruto por árbol se realizó una media entre de los datos y/o los resultados obtenidos.

Con la finalidad de conocer las diferencias entre medias de tratamientos se realizó una prueba de rango múltiple TUKEY con un  $\alpha=0.05$  y  $0.01$ .

Los datos obtenidos en el presente estudio se enlistan a continuación en los cuadros, 2,3,4 y 5.

**Cuadro 2. Número de frutos por árbol en el cultivo del manzano.  
(Octubre 2000)**

**Repeticiones**

<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	36	20	37	18
2	30	26	20	25
3	8	16	25	18
4	25	26	30	32
5	13	20	31	30
6	42	50	50	44
7	25	20	32	27

**Cuadro 3. Rendimiento de fruto de manzano Kg/árbol. (Octubre 2000)**

**Repeticiones**

<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	6.1	3.4	5.7	2.6
2	5.4	4.6	3.2	4.2
3	1.3	2.3	4.2	2.9
4	4.7	4.0	5.2	3.1
5	3.2	3.7	4.9	5.1
6	7.5	8.2	8.3	7.9
7	4.5	3.5	6.2	4.3

**Cuadro 4. Grados Brix en el fruto de manzano (Octubre del 2000)**

**Repeticiones**

<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	16.1	15.5	15.9	15.9
2	15.2	15.5	15.5	16.6
3	16.1	16.6	14.6	16.9
4	16.0	14.8	15.7	15.5
5	15.1	14.3	16.3	14.6
6	15.9	16.6	15.0	15.7
7	15.6	16.9	16.0	16.0

**Cuadro 5. Firmeza del fruto de manzano (Lbs/Cm<sup>2</sup>) (Octubre 2000)**

**Repeticiones**

<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	17.8	17.4	17.6	17.4
2	18.4	18.4	19.4	17.9
3	16.6	19.1	17.6	18.4
4	19.2	17.9	18.0	17.7
5	18.4	19.3	17.7	18.0
6	20.0	18.5	18.3	19.4
7	19.4	17.6	18.0	17.9

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Numero de frutos

En el cuadro 1A; se presenta el análisis de varianza realizado a la variable rendimiento en número de frutos por árbol, el cual mostró que la variación entre tratamientos es altamente significativa, con un coeficiente de variación de 22.16% por esta razón se procedió a realizar la prueba de medias Tukey con un nivel de significancia de 0.01, cuyos resultados se presentan en el cuadro 6.

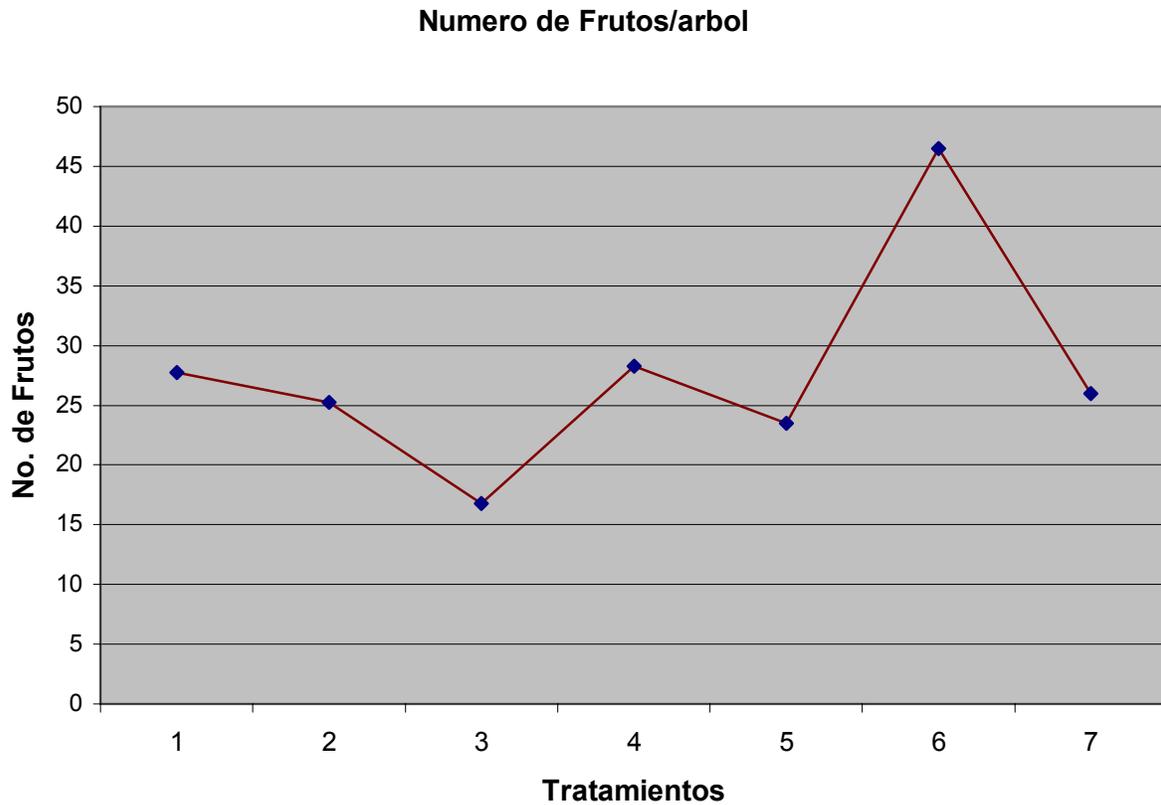
**Cuadro 6.** Prueba de medias (Tukey 0.01) para la variable numero de frutos por árbol en el cultivo de manzano.

Tratamiento	Numero de frutos	Tukey (0.01)*
<b>6</b>	<b>46.50 A</b>	<b>A</b>
4	28.25 B	B
<b>1</b>	<b>27.75 B</b>	<b>B</b>
7	26.00 B	B
2	25.25 B	B
5	23.50 B	B
3	16.75 B	B

\*Tratamiento con la misma letra es estadísticamente igual al nivel de significancia 0.01

En el cuadro 6, se observa que el tratamiento 6 que corresponde a 4 aplicaciones de urea al 3%, durante el mes de julio, con una producción de 46 frutos por árbol en comparación del tratamiento testigo sin aplicación de nitrógeno con 27 frutos por árbol, lo que significa que con el tratamiento 3 se tiene un incremento del 41.3%, en la producción de frutos.

Fig 1. numero de frutos por árbol en relación a la aplicación de nitrógeno foliar en diferentes épocas.



En la Fig. 1 se observa gráficamente el efecto de los tratamientos en la producción de numero de frutos por árbol, donde se aprecia que el efecto del nitrógeno aplicado vía foliar durante el mes de Julio y en forma semanal tiene un efecto benéfico en mantener un mayor numero de frutos, ya que además de favorecer el desarrollo del follaje también favorece la formación de yemas y brotes fructíferos coincidiendo así con lo citado por Contreras (1992).

Este resultado también coincide con lo citado por Schneider y Scarborough (1985), en donde indican que el nitrógeno puede aumentar la fructificación y el porcentaje de flores que nacen y se conviertan en frutos.

## Rendimiento de frutos (Kg/árbol)

En el cuadro 2A; se presenta el análisis de varianza, realizado para la variable rendimiento de frutos en kilogramos por árbol (Kg/árbol); el cual mostró que la variación entre tratamientos es altamente significativa, con un coeficiente de variación de 22.22%, por lo que se realizó la prueba de medias Tukey con un nivel de significancia de 0.01, resultados que se presentan en el cuadro 7.

**Cuadro 7.** Prueba de medias (Tukey 0.01) para la variable rendimiento de frutos (kg/árbol), en el cultivo de manzano.

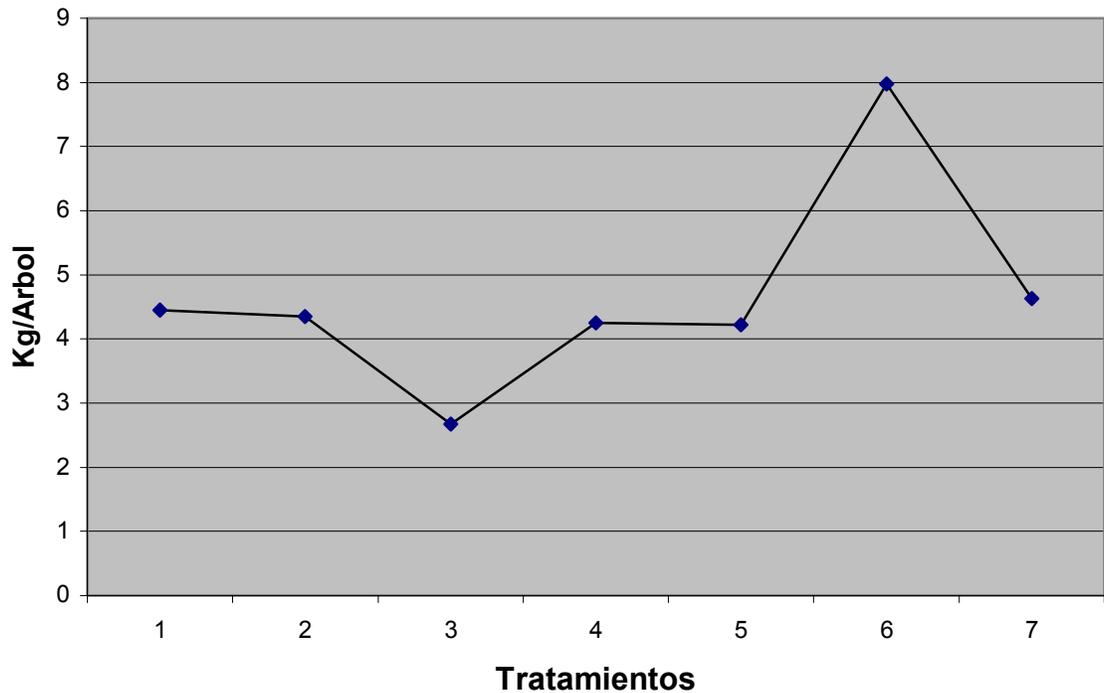
Tratamiento	Rendimiento de frutos en (kg/árbol)	Tukey (0.01)*
<b>6</b>	<b>7.97</b>	<b>A</b>
7	4.62	B
<b>1</b>	<b>4.45</b>	<b>B</b>
2	4.35	B
4	4.25	B
5	4.22	B
3	2.67	B

\* Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales al nivel de significancia de 0.01%.

En el cuadro 7, se observa que el mejor tratamiento también fue el 6, con 4 aplicaciones de urea al 3% en el mes de julio; el cual tuvo un rendimiento promedio de 7.9 kg/árbol en comparación con el tratamiento testigo que fue el tratamiento 1, sin aplicaciones de nitrógeno con 4.4 Kg/árbol. Lo que significa que con el tratamiento 3 se tiene un incremento del 44.3%.

Fig 2 Rendimiento de frutos en Kilogramo por árbol en relación a la aplicación del nitrógeno foliar en diferentes épocas.

### Rendimiento de Frutos (Kg/árbol) en el Cultivo del Manzano



En la Fig. 2 se observa, gráficamente el efecto de los tratamientos para la variable rendimiento en Kilogramos por árbol, donde se aprecia claramente que el efecto del nitrógeno aplicado vía foliar, en el mes de julio en forma semanal tiene un efecto benéfico en el incremento de rendimiento en kg/árbol; esto coincide con Meamador, 1987; Ferree y Cahoon 1987, que menciona que las aspersiones foliares de urea incrementan el porcentaje de fruto, con clases de tamaño grande, rendimiento del árbol, firmeza del fruto, Sólidos solubles y color.

Así también lo expresado por Juscafresca 1973, coincide con estos resultados ya que el menciona que si el árbol ofrece una carga excesiva, una fertilización nitrogenada a mitad de desarrollo del fruto favorecerá su desarrollo y tamaño.

## Grados Brix en el fruto de manzano

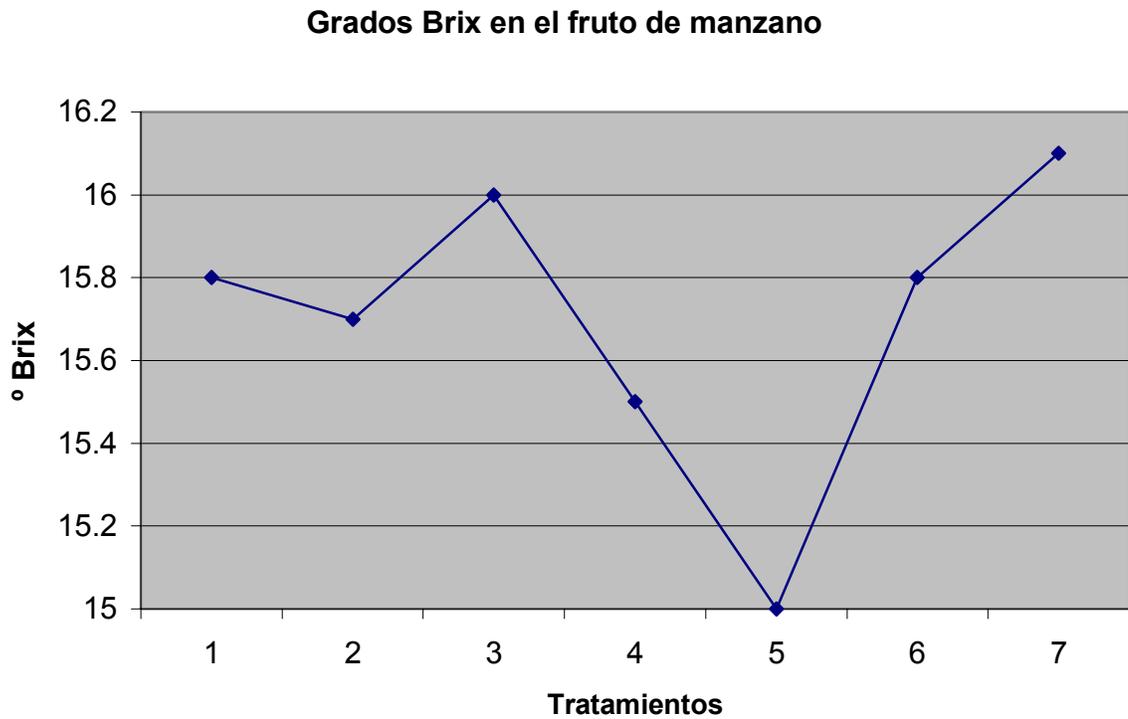
Para la variable grados brix en el fruto de manzano igualmente se realizó el análisis de varianza cuyos datos se muestran en el cuadro 3A del apéndice, los cuales nos indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos; ya que nuestro coeficiente de variabilidad es de 4.6%, razón por la cual no se realizó la comparación de medias de Tukey.

**Cuadro 8.** Medias de las repeticiones para grados Brix.

Tratamiento	Numero de repeticiones	Grados Brix en el fruto de manzano
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>15.8</b>
2	4	15.7
3	4	16.0
4	4	15.5
5	4	15.0
6	4	15.8
<b>7</b>	<b>4</b>	<b>16.1</b>

En el cuadro 8 se observa que el tratamiento 7 donde se realizaron 2 aplicaciones de urea al 3% después de la cosecha y antes de la caída natural de las hojas, sobre sale con una media de 16.1 grados Brix en comparación con el testigo que fue el tratamiento 1 sin aplicación de nitrógeno con 15.8 ° Brix lo que significa que con el tratamiento 5 se tiene un incremento de 1.8% sin embargo como ya se menciono la diferencia no es significativa.

**Fig. 3** Grados Brix en el fruto de manzana en relación a la aplicación de nitrógeno foliar en diferentes épocas.



En la Fig. 3 se observa gráficamente que el efecto de los tratamientos en grados Brix, en el cual podemos distinguir claramente que como consecuencia de la aplicación de nitrógeno vía foliar en postcosecha no impacta en el contenido de grados Brix.

#### **Firmeza del fruto (Lbs/cm<sup>2</sup>)**

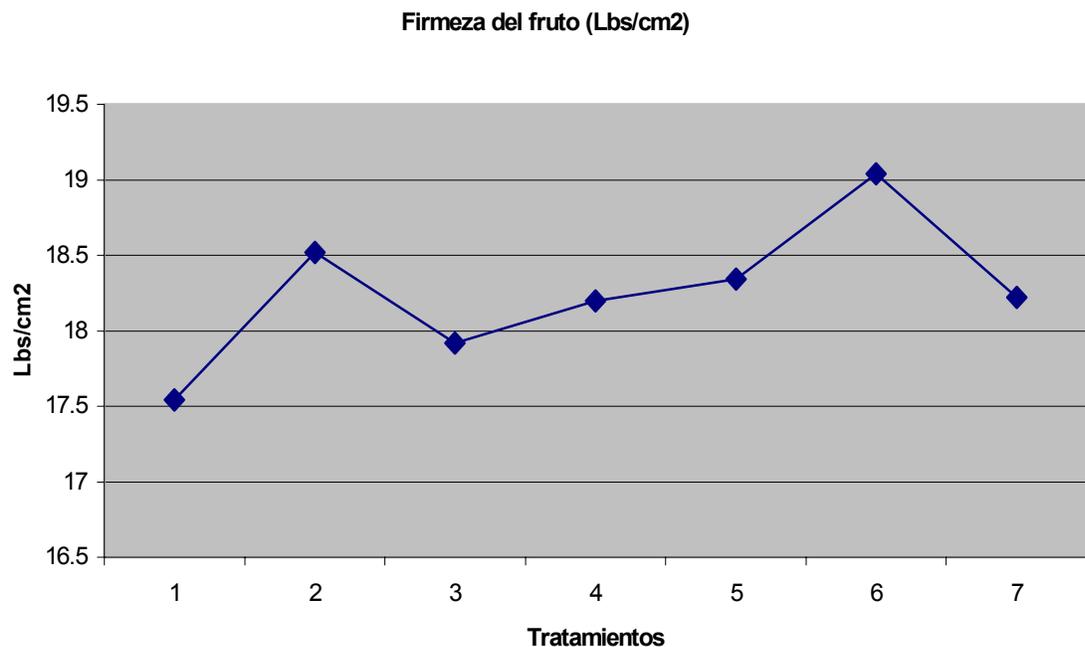
En el cuadro 4A se muestra el análisis de varianza efectuado para la variable firmeza del fruto (lbs/cm<sup>2</sup>), cuyos datos rebelaron que no hay diferencia significativa entre tratamientos ya que el coeficiente de variabilidad fue de 4.17% motivo por el que no se hace la comparación de la medias de Tukey.

**Cuadro 9.** Medias de las repeticiones firmeza del fruto (Lbs/cm<sup>2</sup>)

Tratamientos	Numero de Repeticiones	Firmeza del fruto (Lbs/cm <sup>2</sup> )
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>17.54</b>
2	4	18.52
3	4	17.92
4	4	18.20
5	4	18.34
<b>6</b>	<b>4</b>	<b>19.04</b>
7	4	18.22

En el cuadro 9 se observa que el tratamiento 6 asimismo fue el mas alto, con 4 aplicaciones de urea al 3% en el mes de julio. Tratamiento en el que la firmeza es de 19.04 Lbs/cm<sup>2</sup> en comparación con el tratamiento testigo que fue el tratamiento 1, sin aplicaciones de nitrógeno con una valor de firmeza de 17.54 Lbs/cm<sup>2</sup>. Lo que significa que se tuvo un incremento del 7.8 % del tratamiento 6 con respecto al testigo.

**Fig. 4** Firmeza del fruto (Lbs/cm<sup>2</sup>) en relación a la aplicación de nitrógeno foliar en diferentes épocas.



En la Fig.4 se muestra lo mencionado anteriormente, el efecto que tienen la aplicación de nitrógeno no afecta a esta variable representativamente sin embargo la grafica nos muestra que el tratamiento 6, sobre sale de los demás tratamientos, a pesar de no ser significativa estadísticamente.

Hesse y Hitz, 1938 et de Blanpied al 1978, Mencionan que existe una relación entre el tamaño de fruta y la firmeza que tiene el mismo. La firmeza de la fruta disminuye cuando la cantidad de fertilizante nitrogenado aumenta.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que fue realizado el presente estudio de investigación con el cultivar de manzana "Golden Delicious", se concluye lo siguiente:

- ▶ El mejor tratamiento para la variable rendimiento en número y peso de frutos por árbol fue el tratamiento 6, que consistió en 4 aplicaciones de Urea al 3% durante el mes de julio.
- ▶ En lo concerniente a los grados Brix a pesar de no haber diferencia significativa entre tratamientos el que destacó fue el tratamiento 7 donde se realizaron 2 aplicaciones de urea al 3% después de la cosecha y antes de la caída natural de las hojas, con un ligero incremento de 0.3° Brix más que el testigo.
- ▶ En cuanto a la variable firmeza de fruta, en (Lbs/cm<sup>2</sup>), todos los tratamientos están por encima del testigo, pero no se encontró diferencia significativa.

## Literatura citada

Álvarez R.S; 1974. El manzano. Publicaciones de extensión agraria. Tercera edición. Madrid, España; Pág. 37 - 38:382.

Álvarez R.S 1988. El manzano. Quinta edición, ministerio de agricultura, Barcelona España.

Almagüer G.A. 1994. Acolchado y fertilización del manzano en Arteaga Coahuila. Revista Científica; Agraria. Vol. 10 1994 Pág. 66 - 76.

Almagüer V.G. 1997. Fruticultura general. Textos agronómicos, 2<sup>da</sup> edición . U.A. Chapingo. Pág. 74 - 81; 86 - 102; 230 - 232.

Anzures G.J.J. May. 1985. Propagación de Manzano (*Malus spp*), Monografía. UAAAN. Saltillo, Coahuila.

Bolívar C.M. 1984. El cultivo del manzano (*pyrus malus L*) en la republica Mexicana. Monografía, UAAAN. Pág. 1:10 - 11.

Boyton D. 1954 Nutrición by foliar applications an Rev plant physiol.

Contreras A. L. 1992. Efecto de la fuente, dosis y época de aplicación de nitrógeno foliar en el rendimiento de manzana de temporal (*Malus spp*) cultivar Golden Delicious. Tesis UAAAN. Pág. 7:10.

Countaceau 1971. Fruticultura técnica y económica de los cultivos de rosaceas leñosas productoras de frutas. Segunda edición; ediciones Oikos - Tau, S.A. vilassar de Mar Barcelona - España. Pag 167:169; 171.

Curry , A, Eric. 1990. Causes of Russeting in fruit. Plant physiologist USDA/ARS tre fruit Research laboratory.

Doerge , T.A., R.L. Ruth and B.R. Gardner. May.1991 Nitrogen Fertilizer Management in Arizona. College of Agriculture of Arizona. Tucson, AZ.

Elhadi M, 1994. Apple flavor. Centro de investigación en alimentación y desarrollo A. C. A. P. Horticultural Reviews, vol 16, Janick. Editorial Board. Capitulo V; Pag 215.

Fabregas R.J. 1969. cultivo del manzano. Editorial síntesis, Barcelona España. Pág. 5-23: 31-33.

Ferre. D.c.Ñ. and Cahoon, G,A. 1987. Nfluence of leaf to fruit ratios and nutrient speays on fruiting mineral elements, and carbohydrates of apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Scie. 112:445 - 449.

Frith, G.J.T. 1972. Effect of ammonium nutrition on the Activity of nitrate reductase in the root of. C, apple seedlings plants ceel ohysiol 13:1085 - 1090.

Garza D. L. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y calcio foliar en el almacenamiento de manzanas. Tesis UAAAN. Pág. 6-8.

González A.A. 1989. Acolchado, nitrógeno y fósforo en manzano tesis. UAAAN

Hill - Colttingham, D.G and R.R, Williams 1967. Effect of time of application of fertilizer nitrogen and the growt, flower. Hort Science. Pág. 42:319 - 338.

Hill - Cottingham, D.G. and C.P Lloyd - Hibes 1975. Nitrogen - <sup>15</sup>N in apple nutrition investigactions j. Sci. food AGR 26:165 - 178.

Juscafresca 1973, 1976 Árboles frutales cultivo y explotación comercial, tercera y cuarta edición, editorial AEDOS, Barcelona. Pág. 246, 252.

Kramer, Schuricht fieldrich 1983. Fruticultura. Segunda edición, compañía Editorial continental. Pág. 171.

Loera M.E. 1993. Efecto de la fuente, dosis y época de aplicación de nitrógeno foliar en el rendimiento de manzano. Tesis. Pág. 10, 18.

Mason , J, L, 1969. Effect of cultivation and nitrogen levels on storage quality, yield and color grade of stiring red. Proc. Amer. Soc. Hort Sci 94:78- 80.

Meamador, D.B; and Taylor, B.H. 1987. Effect of Early season foliar Sprays of AG ON russeting and Return Bloom of “Golden Delicious” Apples.

Meheriuk, M, 1996. La pigmentación de fruta de cuatro cultivares de manzana verdes responde a los rocíos de urea pero no a la fertilización de nitrógeno. La agricultura, Centro de investigación de Canadá, Summerland. Hortscience 1996 vol 6. Pág. 992.

Microsoft Encarta 2000

Ramírez y Cepeda S. M. 1993. El manzano. Segunda edición, editorial trillas, México D.F. Pág. 52:55; 61-63.

Richard L. Fery , J 1992. Maturity indices for apple and pear. Capitulo 10, vol 13. Horticultural Reviews. Editorial Board. Pág. 411-424.

Scherneider and Scarborough 1985. Cultivo de árboles frutales. Décima octava impresión. Editorial CECSA México D.F. Pág. 254-256; 57-59.

Williams; R.R. 1965. The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom . J. HortScience 40: 31 - 41.

## APÉNDICE

**Variable: Numero de Frutos por árbol**

<i>Tratamientos</i>	<i>BLOQUES</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	36	20	37	18
2	30	26	20	25
3	8	16	25	18
4	25	26	30	32
5	13	20	31	30
6	42	50	50	44
7	25	20	32	27

**Cuadro 1A Análisis de Varianza**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P &gt; F</i>
Tratamientos	6	2000.714844	333.452484	8.8397	0.000
Bloques	3	206.000000	68.666664	1.8203	0.179
Error	18	679.00	37.722221		
<b>Total</b>	27	2885.714844			

C.V. = 22.16%

Valores de tablas:

q (0.05) = 4.67

q (0.01) = 5.79

**Variable: Rendimiento de Frutos en (Kg/árbol)**

<b>Tratamientos</b>	<b>BLOQUES</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	6.1	3.4	5.7	2.6
2	5.4	4.6	3.2	4.2
3	1.3	2.3	4.2	2.9
4	4.7	4.0	5.2	3.1
5	3.2	3.7	4.9	5.1
6	7.5	8.2	8.3	7.9
7	4.5	3.5	6.2	4.3

**Cuadro 2A Análisis de Varianza**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
Tratamientos	6	61.709961	10.284993	9.6372	0.000
Bloques	3	5.809998	1.936666	1.8147	0.180
Error	18	19.210022	1.067223		
<b>Total</b>	27	86.729980			

C.V. = 22.22 %

Valores de tablas:

q (0.05) 4.67

q (0.01) 5.79

**Variable: Grados Brix en el fruto del Manzano**

<i>Tratamientos</i>	<i>BLOQUES</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	16.10	15.50	15.90	15.90
2	15.20	15.50	15.50	16.60
3	16.10	16.60	14.60	16.90
4	16.00	14.80	15.70	15.50
5	15.10	14.30	16.30	14.60
6	15.90	16.60	15.00	15.70
7	15.60	16.90	16.00	16.00

**Cuadro 3A Análisis de Varianza**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P &gt; F</i>
Tratamientos	6	3.042480	0.507080	0.9682	0.525
Bloques	3	0.348145	0.116048	0.2216	0.880
Error	18	9.427246	0.523736		
<b>Total</b>	27	12.817871			

C.V.= 4.60%

**Variable: Firmeza del Fruto (Lbs/cm<sup>2</sup>)**

<b>Tratamientos</b>	<b>BLOQUES</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	17.80	17.40	17.60	17.40
2	18.40	18.40	19.40	17.90
3	16.60	19.10	17.60	18.40
4	19.20	19.90	18.00	17.70
5	18.40	19.30	17.70	18.00
6	20.00	18.50	18.30	19.40
7	19.40	17.60	18.00	17.90

**Cuadro 4A Análisis de Varianza**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
Tratamientos	6	5.293945	0.882324	1.5213	0.227
Bloques	3	0.973633	0.324544	0.5596	0.652
Error	18	10.439453	0.579970		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>16.707031</b>			

C.V. = 4.17 %