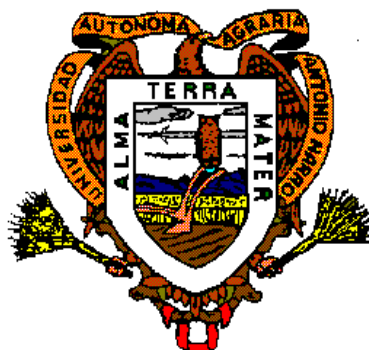


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE QUELATOS DE CALCIO (Ca) Y BORO (B) EN LA
VIDA DE POSCOSECHA DE LA MANZANA.
(Variedad. Golden delicious)**

POR

MACEDONIO SÁNCHEZ ROQUE.

T E S I S.

Presentado Como Requisito Parcial para Obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 1998

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

*EFFECTO DE QUELATOS DE CALCIO (Ca) Y BORO (B) EN LA VIDA DE
POSCOSECHA DE LA MANZANA.
(Variedad. Golden delicious)*

POR

MACEDONIO SÁNCHEZ ROQUE

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

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA

Presidente del jurado

Dr. Alfonso Reyes López

Sinodal

Sinodal

M.C. Regino Morones Reza

M.C. Leobardo Buñuelos H.

Coordinador de la División de Agronomía

M.C. Mariano Flores Dávila

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre de 1998

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de formarme en mi vida profesional.

Al Dr. Alfonso Reyes López, por darme la oportunidad de trabajar con él en este trabajo, quien con su ayuda y amplia experiencia hizo posible la planeación y realización del presente trabajo.

Al M.C. Regino Morones Reza, por su apoyo brindado en todos los aspectos estadísticos de la investigación y por brindarme su amistad, confianza, y buena disposición que tubo en todo momento y por ser una gran persona a quien admiro y respeto.

Al M.C. Leobardo Buñuelos Herrera, por su apoyo brindado en la revisión del presente trabajo.

Al MC. Adolfo García Salinas, por su amistad y valiosas aportaciones y sugerencias sugerencia durante la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

A Dios

Humildemente por todo lo que se ha forjado en mi camino, por su presencia diaria en todas las cosas bellas de la vida ya que me ha permitido levantarme para emprender otro día mas y ver el nuevo amanecer.

Tener presente que siempre nos acompaña y así como otorga espera algo bueno de nosotros, no importa sea lo más sencillo que parezca. Agradecerle la oportunidad de disfrutar la vida.

A mis padres.

Mi Madre, Sra. Amelia Roque G.

Quien es para mí la mujer más noble de la tierra y por ser el ser maravilloso que me trajo al mundo, quien me supo guiar por el camino de la vida, por sus buenos consejos y por estar siempre conmigo.

Mi Padre, Sr. Pedro Sánchez G.

Con profundo cariño y admiración por su sacrificio, de quien he aprendido los valores mas importantes de la vida.

A ellos con mi más sincero amor, gratitud y respeto. Gracias por su confianza y que Dios los bendiga y los guarde por siempre.

A mis hermanos.

Adela	Javier
Hermelinda	Gonzalo
Magdalena	Teodulo
Juana	Andrés
Ma. Auxilio	

A ustedes hermanos con cariño y gratitud, por el gran amor y armonía que hacen nuestra familia una familia de dios.

A mis compañeros y compañeras del Coro del Rosario.

Sr. Pablo G., Sr. Vicente M., Juan Carlos, Flor, Susana, Coco, Verónica, Rosa Helena, Bety, Rosalba, Concha, Onorina, Alma, Hermelinda, Daniela, Francisca, Raquel, Ma. Guadalupe, Dulce, Sra. Martha.

Por los buenos y malos momentos que hemos pasado juntos.

A Dos buenas amigas.

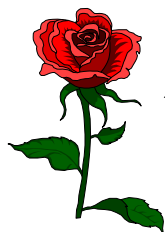
Con el respeto y cariño que se merecen ,Bety y Concha, a quienes aprecio y admiro por brindarme su amistad incondicional y apoyarme en los momentos difíciles.

A mis amigos.

Jesús Tapia, por el apoyo brindado y sus buenos consejos, por ser un verdadero amigo el cual me ha brindado su apoyo en las buenas y en las malas.

A mis compañeros del Paraíso No. 1

Fco. Tapia. José Juan, Jorge, Felix, Eleazar. Con quienes tuve la oportunidad de compartir momentos muy valiosos en el tiempo transcurrido a través de esta Universidad.



De manera especial a:

Ma. Guadalupe G. M.

Con amor para ti, como retribución a la confianza, Cariño y compañía durante todo este tiempo, por los lindos momentos que hemos pasado juntos. Y sobre todo por ser lo mejor que me ha pasado en la vida.

“Gracias por existir. T. Q.”

DILEMA

**REIR ES ARRIESGARSE A PARECER TONTO,
LLORAR ES ARRIESGARSE A PARECER SENTIMENTAL,
EXPRESAR LOS PROPIOS SENTIMIENTOS ES ARRIESGARSE A SER RECHAZADO
MOSTRAR TUS SUEÑOS A LA GENTE ES ARRIESGARSE A AL RIDICULO.
AMAR, EN FIN, ES ARRIESGARSE A NO SER AMADO A SU VEZ,
E IR HACIA DELANTE CONTRA LA SUERTE ES ARRIESGARSE A FRACAZAR
PERO DEBE CORRERSE EL RIESGO, POR QUE EL MAYOR PELIGRO EN LA VIDA
ES NO ARRIESGAR NUNCA NADA.
EL QUE NO ARRIESGA NADA
NUNCA HACE NADA, NO TIENE NADA, NO ES NADA
PUEDE EVITAR EL SUFRIMIENTO Y EL DOLOR,
PERO NO PUEDE APRENDER, SENTIR, CAMBIAR,
CRECER... NI AMAR.**

**ENCADENADO POR SU SEGURIDAD Y CERTEZA,
ES UN ESCLAVO, HA PECADO CONTRA LA LIBERTAD.**

“POR QUE SOLO AQUEL QUE TOMA RIESGOS ES REALMENTE LIBRE.”

Anónimo.

**SI TU CRES QUE ESTAS DERROTADO, LO ESTAS
SI TU CRES QUE NO TE ATREVES, NO LO HARAS
SI TE GUSTA GANAR, PERO CREES QUE NO PUEDES VENCER,
ES CASI UN HECHO QUE VAS A PERDER**

**SI TU CRES QUE VAS A PERDER ESTAS PERDIDO
PORQUE EN ESTE MUNDO ENCONTRAMOS
QUE EL ÉXITO EMPIEZA EN LA VOLUNTAD DEL HOMBRE,
Y QUE RESIDE EN TU ACTITUD PERSONAL,**

**SI TU CRES QUE ERES INFERIOR, LO ERES
TIENES QUE PENSAR EN GRANDE PARA ELEVARTÉ
TIENES QUE ESTAR SEGURO DE TI MISMO
ANTES DE ALCANZAR LA CUMBRE**

**LAS BATALLAS EN LA VIDA NO SIEMPRE
LAS GANA EL HOMBRE MAS FUERTE O MAS VELOZ,
TARDE O TEMPRANO EL HOMBRE QUE TRIUNFA,
ES AQUEL QUE CREE QUE PUEDE TRIUNFAR.**

V. Lombardi

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
I. INTRODUCCION	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen del cultivo	3
2.2. Morfología de la especie	4
2.3. Fertilización foliar	5
2.4. Dificultades que se presentan en las aplicaciones foliares de fertilizantes.....	6
2.5. Funciones y deficiencias de calcio en la planta	7
2.5.1. Funciones generales	7
2.5.2. El calcio en la estructura celular	8
2.5.3. Distribución del calcio en los frutos	9
2.5.4. El calcio en poscosecha	13
2.6. Funciones y deficiencias del boro en la planta	15
2.6.1. Funciones generales	15
2.6.2. Deficiencias del boro en las plantas	17
2.6.3. Toxicidad del boro en las plantas	17

III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Localización	19
3.2. Clima	19
3.3. Suelo	20
3.4. Descripción de los tratamientos y diseño experimental	20
3.4.1. Descripción de los tratamientos	21
3.5. Materiales utilizados	22
3.6. Metodología a seguir	22
3.6.1. Fase de campo	22
3.6.2. Fase de laboratorio	23
3.6.3. Variables evaluadas	23
3.6.4. Forma de medición de las variables	24
3.6.4.1. Firmeza	24
3.6.4.2. Sólidos solubles	24
3.6.4.3. Color	24
3.6.4.4. Paño	25
3.6.4.5. Enfermedades fisiológicas	25
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Firmeza	26
4.1.1. FACTOR A	27
4.1.2. FACTOR B	32
4.1.3. FACTOR C	34

4.1.4. Interacción AXB	36
4.1.5. Interacción AXC	38
4.2. Sólidos solubles	40
4.3. Color	43
4.4. Paño	45
V. CONCLUSIONES	47
VI. BIBLIOGRAFIA	49
VII. APENDICE	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio +Poliquel Boro en la variable Firmeza del fruto, (lb/pulg ²)	27
2	Comparación de medias (Factor A) mediante contrastes ortogonales, para la variable firmeza (lb/pulg ²)	28
3	Ajuste de regresión polinomial para el factor B. En la variable firmeza (lb/pulg ²)	32
4	Ajuste de regresión polinomial para el factor C. En la variable firmeza (lb/pulg ²)	34
5	Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio + Poliquel Boro en la variable Sólidos solubles, (°Bxix)	40
6	Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio+Poliquel Boro en la variable color de la manzana	43
7	Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio +Poliquel Boro en la variable paño de la manzana	45

INDICE DE FIGURAS.

Figura		Pág.
1	Representación de las medias de los tratamientos (Factor “A”), en la variable firmeza de la fruta	31
2	Representación de las medias del factor B. (Días de Almacenamiento en refrigerador), en la variable firmeza de la fruta	33
3	Representación de las medias del factor C (Días posteriores Al almacenamiento), en la variable firmeza de la fruta	35
4	Representación de las medias en la interacción A X B (Fertilizantes foliares por días de almacenamiento en refrigeración), en la variable firmeza de la fruta	36
5	Representación de las medias en la interacción A X C (Fertilizantes foliares X Días posteriores al almacenamiento), en la variable firmeza de la fruta	38
6	Representación de las medias de los tratamientos en la variable sólidos solubles (°Brix), en la fruta de manzano	42
7	Representación de las medias de los tratamientos en la variable Color (Niveles), en la fruta de manzano	44
8	Representación de las medias de los tratamientos en la variable Paño (Grados), en la fruta de manzano	46

I. INTRODUCCION.

La fruticultura nacional es una de las actividades que presentan un renglón económico de gran magnitud. La actividad frutícola representa uno de los medios más importantes para lograr el mejor aprovechamiento de las tierras de cultivo, debido a los grandes ingresos obtenidos por unidad de superficie.

El manzano (*Malus domestica* Bork), es una especie originaria de la región templada de Europa, Cáucaso y Asia central, es un frutal caducifolio de clima templado, el fruto es apreciado por su sabor exquisito y valor alimenticio.

En México el cultivo del manzano ocupa un lugar preponderante, ya que actualmente existen unas 66,000 has. Plantadas, con un potencial que rebasa las 450 000 toneladas de manzana (Confederación nacional de fruticultores 1990); Dentro de los principales estados productores se encuentran Chihuahua, Nuevo león, Coahuila y Durango, aportando un 39.35%, 11.28, 9.92, y 8.67 % respectivamente.

En Coahuila al Sur del Municipio de Saltillo, en la región de Agua Nueva y Arteaga. Existe aproximadamente una superficie de 10 000 has. En desarrollo y unas 8138 en producción donde las variedades mas cultivadas son: Golden delicious, Red delicious y en menor proporción Rome Beuty, Jonathan, Starkin y Rosa Española.

La explotación del cultivo es una fuente de empleo e ingreso fuerte, además de ser la base de la economía de esta región. Los fruticultores dedicados a este cultivo se preocupan por aplicar técnicas de campo mas adecuadas con la finalidad de obtener productos de mayor y mejor calidad para aumentar sus ingresos. Para obtener mayor calidad de los frutos, es necesario que estos en su desarrollo cuenten con una adecuada nutrición. El calcio (Ca) y el Boro (B), son dos de los elementos en los cuales se ha observado una importante influencia en la calidad de los frutos y se piensa que ambos elementos intervienen en la firmeza de los frutos para alargar la vida de poscosecha.

Por lo anterior la finalidad de este estudio es determinar el efecto de estos elementos a través de una nutrición vía foliar de quelatos de calcio y boro, para obtener mayor calidad en la manzana.

OBJETIVOS.

- 1- Mediante la aplicación de Calcio y Boro alargar la vida de refrigeración y anaquel de la manzana.
- 2- Obtener una dosis optima de Poliquel Calcio y Poliquel Boro, para incrementar la firmeza de la manzana en poscosecha.

HIPOTESIS.

Los elementos Calcio y Boro afectan la firmeza, así como la calidad de la Manzana en poscosecha y en consecuencia la vida de anaquel.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Origen del cultivo.

Ryugo (1988), menciona que la nomenclatura del manzano ha sufrido varios cambios desde que lineo lo clasifico como *Pyrus malus*. Los taxonomos han cambiado el nombre a *Malus sylvestris* Mill, *Malus pumila* Mill y *Malus domestica* Bork en el pasado. Actualmente es clasificado como *Malus domestica* Bork, aun cuando muchos cultivares comunes aparentemente se originaron como híbridos interespecíficos involucrando *M. Pumila* nativo del Suroeste de Asia, *M. Silvestris* nativo de Europa y Asia así como otras especies.

Tamaro (1968), cita que el manzano es originario de las partes templadas de Europa, la región del Cáucaso y del Asia central que se encuentran poco elevadas.

Juscáfresa (1974), dice que se considera al manzano como el primer frutal de que nos habla la historia y que este frutal se cultiva desde tiempos muy remotos.

Espinoza (1992), Menciona que el manzano Cv. *Golden Delicious* es de origen Americano, con un área de adaptación muy amplia, también menciona que el origen de esta variedad posteriormente fue a partir de unas semillas encontradas por Anderson Mulling En el Condado de Cley Virginia del Oeste e introducido por los hermanos Staks en 1916.

2.2. Morfología de la especie

Coutanceau (1971), menciona que el manzano es un frutal de hojas caducas, alternas acuminadas que terminan en una punta corta y aserrada con dientes obtusos.

La inflorescencia del manzano es un corimbo formado de tres a ocho flores, cada botón floral pertenece al tipo de las pomaceas, cuenta con un pericarpio diferenciado por exocarpio los que son carnosos.

La recolección se hace en septiembre u octubre según las zonas, tiene una buena conservación natural, se comporta como una buena polinizadora para la mayoría de las variedades comerciales.

Ryugo (1988), dice que la mayoría de las variedades son diploides con dos juegos de cromosomas completos ($2n=34$), en cada célula de los tejidos.

González (1992), menciona que el crecimiento del árbol es moderadamente vigoroso produciendo bastantes brotes. El tamaño del fruto varía de medio-pequeño a medio 2.5 * 2.5 pulgadas, es de forma cónica redonda a oblonga. Además más estrecho en el ápice que en la base, ligeramente costillado. De un color amarillo verdoso, tiende a amarillo dorado con un rubor ocasional anaranjado pálido y centicelas conspicuas.

Tamaro (1968), menciona que el tallo es recto y alcanza de dos a cinco metros de altura, con corteza cubierta por lentejuelas lisas de color verde ceniciento sobre las ramas, estas se insertan en un ángulo abierto sobre el tallo.

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

2.3. Fertilización foliar.

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

Núñez (1987), menciona que la fertilización al follaje es recomendada como complemento de la fertilización al suelo, con la ventaja que esta presenta más rápida absorción y resulta efectiva aun y cuando el cultivo el cultivo tiene un sistema radical ineficiente por bajas temperaturas del suelo o por daños de insectos y nematodos. La fertilización es recomendable para abastecer al cultivo de micronutrientes requeridos en bajas dosis y que aplicados al suelo están expuestos a fijación como es el caso del fierro y zinc en suelos calcáreos.

Rodríguez (1982), menciona que las partes aéreas de las hojas son mas activas en la absorción de las sustancias aplicadas, puesto que tienen una mayor superficie expuesta. La efectividad de la fertilización foliar depende de la cantidad de nutrientes absorbidos a través de la superficie y su traslado por sus conductos flemáticos, las sustancias deben atravesar la cutina las paredes y la membrana plástica hasta llegar al interior de la hoja.

Stiles (1987), dice que el estatus de calcio del fruto no esta correlacionado con el estatus de calcio del árbol, estos son relacionados cuando se estudian bajo condiciones que proporciona un amplio rango de nutrientes y se considera que el nivel de calcio foliar requerido para minimizar los problemas de calcio en manzano están en el rango de 1.9 a 2.0%.

2.4. Dificultades que se presentan en las aplicaciones foliares de fertilizantes.

Ignatieff (1964), menciona que al haber una aplicación foliar se presentan las siguientes dificultades:

- a).- Quemaduras marginales de las hojas por soluciones demasiado fuertes.
- b).- Las bajas cantidades de nutrientes aplicadas en operaciones aisladas.
- c).- La necesidad de un gran numero de aplicaciones para lograr densidades de abonado consideradas y extensas.
- d).- El alto costo de cada unidad de nutriente, de no combinarse con otras operaciones de pulverización.

2.5. Funciones y deficiencias de calcio en la planta.

2.5.1. Funciones generales.

Velasco (1960), dice que el calcio funciona en la planta, sobretodo en hojas, frutas y semillas. Una de sus funciones principales es como constituyente de la membrana celular, cuya lamela media se compone en gran parte de pectato de calcio lo cual es de vital importancia ya que si se reemplaza el calcio por algún otro elemento, (K, Mg), los materiales orgánicos se lixivian a través de las membranas celulares. Otras funciones son: Proporciona una buena base para la neutralización de los ácidos orgánicos, esta relacionado con los puntos de crecimiento (meristemos), especialmente con las puntas y Raíces pueden ser de importancia para la absorción de nitrógeno.

Parece que el calcio no se moviliza libremente desde las partes más viejas a las mas jóvenes, de aquí que la deficiencia de calcio se manifiesta primeramente en las puntas de los brotes jóvenes

Salisbury (1994), cita que el calcio es esencial para las funciones normales de las membranas en todas las células, probablemente como un enlazador de fosfolípidos entre sí o a proteínas de la membrana, la mayor parte del calcio se encuentra en las vacuolas centrales y unidas en la pared celular a polisacáridos llamados pectatos (Kinzel 1989). En las vacuolas el calcio muchas veces se precipita en forma de cristales insolubles de oxalato y en algunas especies, como carbonato, fosfato o sulfato insoluble.

Juscafresa (1979), menciona que el calcio tiene influencia en la movilización de los carbohidratos que se forman en la materia vegetal del árbol siendo imprescindible para mantener el equilibrio fisiológico de este como neutralizador de ácidos orgánicos.

2.5.2. El calcio en la estructura celular.

Kramer et al, (1991) y Marschner, (1986) mencionan que el calcio participa en la formación del pectato de calcio, y activa la transpiración y capacidad de almacenaje.

Así el calcio es necesario para la formación de la lamina media celular por su importante papel en la síntesis de pectato de calcio, en los tejidos de almacenamiento los frutos de manzano la fracción Ca^{2+} ligada a la pared celular puede ser tanto como un 90% del total.

Kramer et al. , (1991), cita que el calcio ligado bloquea el acceso de enzimas degradativas hasta la pared celular, resultando en reducción de la velocidad de ablandamiento durante el almacenamiento.

Huber (1983), considera que la lamina media es la región mas afectada durante el ablandecimiento de los frutos.

Faust y Shear (1972), mencionan que los compuestos pectidicos se degradan durante el curso de la maduración o por invasión en los frutos suaves puesto que la desorganización celular normalmente acompaña a la maduración del fruto.

Knee (1982) y Stow (1989) mostraron que la infiltración con soluciones externas de calcio tuvieron solo un pequeño efecto sobre la firmeza. Así Stow 1993. Concluyo que la perdida de calcio en la lamina media es un factor que contribuyó al el ablandecimiento de los tejidos de la manzana, pero otros factores son también involucrados.

2.5.3. Distribución del calcio en los frutos.

Ting (1982), menciona que muchos de los iones orgánicos que se encuentran en el xilema también están en el floema, pero en concentraciones diferentes. Usualmente el calcio está en menos concentración en el floema que en el xilema.

Himirochi y Tsuguo (1995), estudio la relación entre la nutrición con el calcio y el desarrollo del tizón bacterial en tres cultivares de tomate con diferente grado de resistencia a la enfermedad y sometiendo las plantas con solución con calcio (0.4, 4.4, 20.4 Mu) Una semana después del transplante se realizo la inoculación con el patógeno encontrando que el desarrollo de la enfermedad fue rápido en Ponderosa (cultivar susceptible), la concentración elevada con calcio redujo la enfermedad en Zlei (cultivar moderadamente resistente) y la resistencia se dio en bajas concentraciones de calcio en Hawai 78998 (cultivar altamente resistente), por lo que las poblaciones patógenas

disminuyen con los diferentes incrementos en las concentraciones de calcio y los grados de resistencia del cultivar.

Minamide y Ho (1993), dicen que la disposición del calcio en el crecimiento del fruto de tomate en rangos de salinidad entre 3 y 17 mS cm (conductividad eléctrica), reduce la concentración de calcio en todas las fracciones y altera ligeramente la distribución y la proporción de calcio en las fracciones

Ryugo (1988), menciona que el calcio existe como una parte estructural de los tejidos que se depositan como pectatos de calcio en la lamela media. Algunas membranas contienen calcio el cual gobierna su permeabilidad.

También menciona que la acumulación de calcio por frutos grandes es pequeña, consecuentemente un grupo de células epidérmicas y subepidérmicas, por lo general cerca del extremo del cáliz se colapsan y se vuelven necróticas. Esas manchas necróticas pueden aparecer en los frutos estando aun en el árbol, o después de la cosecha en el almacenamiento o mientras están en transito a mercados distantes.

Las células grandes del fruto con paredes delgadas y débiles con calcio limitado para regular la permeabilidad de las membranas, son más propensas a colapsar, que las células pequeñas con paredes gruesas. Estos frutos grandes con poco contenido de calcio respiran más rápidamente y por lo tanto tienen una vida de almacenamiento mas corta que aquellas con un nivel de calcio adecuado.

Con respecto al paño o roña de la manzana, Ryugo menciona que esta, está asociada con la condensación de la humedad sobre la superficie, raleadores de fruto e infecciones virosas. Cuando él roció, niebla y las gotas de aspersión no secan rápidamente inducen a la formación de capas corchosas cafés sobre la epidermis.

Faust et al, (1967) menciona que la concentración del calcio en la cascara y el corazón del fruto, es de dos a cuatro veces mayor que en la pulpa y en el pedúnculo es considerablemente alta en comparación con el cáliz.

Bramlage et al, (1990) observó en una población de manzanas del tipo delicious, con diferente numero de semillas a la cosecha, que el tamaño y la concentración de calcio en el fruto se incrementaron de acuerdo con el numero de semillas.

Shear (1971), menciona que el síntoma mas temprano en el fruto es un color ámbar de la piel dependiendo de la superficie expuesta, las lenticelas llegan a ser prominentes tornándose café y desarrollando un halo de color café o negro.

El fruto deficiente en calcio también es más susceptible a quemaduras de sol, los síntomas del fruto ocurren a nivel a nivel nutrición de calcio arriba de aquellos en los cuales los síntomas foliares ocurren a alto N, aumentan los síntomas tanto en hojas como en frutos.

Raese (1989), observó en manzanas Golden delicious que la mancha amarga esta asociada con una deficiencia de calcio y un des balance de este con otros elementos principalmente N, P, Mg y B.

También menciona que los factores que controlan la disponibilidad, asimilación y traslocación del calcio son probablemente los menos entendidos por ser una deficiencia fisiológica, esto ocurre ampliamente por las condiciones ambientales que se presentan durante el desarrollo del fruto, así como practicas de manejo.

Faust (1989), expresa que el calcio es quizás el elemento más importante en la calidad del fruto, especialmente en peras y manzanas, ya que estas son almacenadas por largos periodos de tiempo y el efecto de este elemento en la calidad de conservación no puede ser sustituido por otros factores.

Hewett y watkins (1991), mencionan que la relación entre el calcio y la mancha amarga es de dos maneras.

a).- La incidencia en los frutos está relacionada a un estado de contenido

Bajo de calcio en el fruto.

b).- Los tratamientos de calcio al fruto por medio de aspersiones en precosecha durante la estación de crecimiento.

Los resultados indican que los tratamientos por inmersión son más efectivos para reducir la mancha externa que la interna y que la efectividad de las aplicaciones de

calcio durante la estación de crecimiento es superior a la del tratamiento en poscosecha en la prevención de la mancha amarga.

Hewett (1984), menciona que este desorden ocurre en todas las variedades de manzana, variando entre ellas la susceptibilidad. Eventualmente ocurre en frutos que son almacenados por periodos largos.

2.5.4. El calcio en poscosecha.

Blanke (1991), indica que las practicas de poscosecha están encaminadas a prolongar el almacenaje del fruto retrasando la fase de senescencia y controlando la madurez de los frutos.

Conway y Sams (1985), menciona que la cantidad de calcio tomada por el fruto en tratamientos de poscosecha pueden variar año con año, debido a factores como madurez y variedad.

Álvarez (1988), indica que el manzano no es muy exigente de calcio, pero es un elemento que favorece el desarrollo, la calidad de los frutos y su contenido de azúcar, interviene en la maduración del leño y en la mayor resistencia del árbol. Aumenta la coloración y la conservación de la manzana y disminuye el riesgo de la mancha amarga o acorchada (Biter- pit), la enfermedad del corazón pardo y otras enfermedades que se presentan durante el almacenamiento en refrigeración

Saks et al (1990), en un estudio de crecimiento de manzana Jonathan en Israel dice que la incidencia del trastorno de envejecimiento después de 5 meses de almacenamiento a 0 °C no fue correlacionada con el contenido total del calcio soluble en agua en la cosecha. Después del almacenamiento, fue observada una disminución en la solubilidad del calcio, sin embargo esta disminución no fue uniforme en todos los frutos y como resultado, la correlación entre el agua soluble y el contenido de calcio total el cual fue alto en la cosecha, disminuido después

2.6. Funciones y deficiencias del boro en la planta.

2.6.1. Funciones generales.

Ryugo (1988), menciona que el boro mejora el amarre de flores y frutos así como el crecimiento del tubo polínico. Esta mejoría se atribuye a la formación de complejos azúcar-Boro, los cuales son traslocados a través de la membrana protoplasmática más fácilmente que los azúcares no borados.

Faust y Shear (1968), reportan que se ha demostrado que el boro produce un incremento en el transporte del calcio, lo que a su vez repercute en una disminución en la mancha corchosa en manzano,

Velasco (1960), dice que no se conoce exactamente el papel del boro, pero se le atribuyen funciones como un elemento catalítico o regulador de reacciones algunos efectos atribuidos al boro son., Retardar la aparición de los efectos de la deficiencia de calcio pero no puede reemplazar a este, tiende a conservar soluble al calcio, actúa como regulador de la función Potasio-Calcio y de la absorción de nitrógeno, y se considera un equilibrador de las reacciones de oxidación-reducción en las células.

Lovatt (1985), menciona que el boro afecta el metabolismo de las auxinas, síntesis de lignina, transporte de azúcar y el funcionamiento normal de los meristemos apicales. También menciona que el boro tiene un papel esencial en la función normal de los meristemos apicales debido a la evolución del xilema y el transporte pasivo del boro en el flujo de la transpiración.

Sepaskhah y Maftoun (1994) en pruebas de aplicación de boro en pistacho cvs. Kale ghoochi y Badomi encontraron que la aplicación de 20 mg B tuvo efectos benéficos sobre el desarrollo de las hojas.

Salisbury (1994), dice que al boro aun no se le ha identificado con seguridad ninguna función específica, pero hay evidencias hacia una participación especial del boro en la síntesis de ácidos nucleicos, tan esenciales para la división celular en los meristemos apicales.

Gerg et al (1979); citado por Loué (1988), señalan que el boro tiene un papel importante en la germinación de los tubos polínicos. Se ha demostrado que un aporte de boro mejora el tamaño y la fertilidad de los granos de polen en los granos de arroz.

Farmacia agroquímica de México (1996), menciona que el boro acelera el flujo de azúcares producidos por la fotosíntesis en las hojas maduras hacia nuevos puntos de crecimiento y puntos en desarrollo. Es esencial para proveer de alimento a las raíces para su crecimiento.

2.6.2. Deficiencias del boro en las plantas.

Ryugo (1988), cita que el boro se requiere en cantidades cerca de 500 mg. Por árbol por año, cuando este elemento es deficiente, se tiene muerte regresiva de los brotes.

Los frutos de manzana en árboles deficientes de boro tienen zonas, que inicialmente están decoloradas y después se seca a mediados del verano, a estas zonas secas se les llama Mancha de sequía.

Velasco (1960), cita que los frutos deficientes de boro son deformes e inútiles. pudiendo presentar exteriormente asperesas, grietas, e interiormente áreas corchosas en la corteza y coloración café en el corazón, en las frutas de hueso el síntoma común es la distorsión y gomosidad.

2.6.3. Toxicidad del boro en las plantas.

Ryugo (1988), dice que un ligero exceso de boro causa mal amarre de frutos y quemaduras en los márgenes de las hojas, sin embargo, un sobre abastecimiento de este elemento puede ocasionar la muerte de los árboles y hacer el suelo estéril.

Stiles (1987), Menciona que aplicaciones excesivas y / o concentradas de boro pueden incrementar el potencial de pérdida de calidad del fruto a través de un incremento en la susceptibilidad a corazón de agua y aceleración de la madurez.

Brafor (1966); citado por Loúe (1988), menciona que los síntomas de toxicidad del boro casi son los mismos sobre la mayor parte de los cultivos, consiste en una necrosis progresiva de la hoja que empieza por un amarillamiento de las extremidades y los brotes de las hojas que progresa entre los nervios laterales hacia la nervadura central y evoluciona con un escurecimiento y una necrosis posterior, y las hojas caen prematuramente. Clasifica a los cultivos en tres categorías.

- 1) Cultivos más sensibles; Agrios, Cerezo, Melocotonero, Higuera, Fresa y Viña.
- 2) Cultivos semito-lerantes; Cebada, Guisante, Zanahoria, Maíz, Patata, Col, Avena, Apio, Alfalfa, Lechuga, Tabaco y Tomate.
- 3) Cultivos tolerantes; Nabo, Remolacha forrajera y azucarera, Algodón, Alcachofa y Espárragos.

Shelp (1990), menciona que la toxicidad del boro afecta consistentemente la concentración y composición relativa de carbohidratos.

Markus (1988), evaluó como factores de potencial al Ca y Zn primeramente, utilizando también N, K, Mg, Y P para la reducción de toxicidad de boro en las plantas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Localización.

El experimento se llevo acabo en el Ejido El Tunal Municipio de Arteaga en el Estado de Coahuila. El cual se localiza en la región Sur-Oriental del estado, a una altura media sobre el nivel del mar de 2360 a una longitud Oeste de $100^{\circ} 36' 00''$ y una latitud Norte de $25^{\circ} 25' 30''$. En la huerta del señor Oscar Valdés, esta cuenta con árboles de 10 a 12 años de edad y un sistema de riego por goteo.

3.2. Clima.

Registros tomados en las entidades ubicadas en la Villa de Arteaga y en las congregaciones de San Antonio de las Alazanas, el clima se caracteriza por poseer una Temperatura media anual de 14.5°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 varia de 1409 a 1518 mm., Se presentan anualmente alrededor de 36 días lluviosos, en los cuales de 3 a 5 se registran con precipitaciones de granizo. El numero de días despejados es de 225, y los días en que se Presenta niebla son alrededor de 25, la presencia de heladas es muy común, se inicia en Octubre y termina en abril (Cepeda 1998).

3.3. Suelo.

Según CENTENAL (1977), la cartografía del lugar muestra que el suelo se Clasifica como Feozem Calcáreo, con una clase textural media en los 30 cm. superficiales de suelo con un material calcáreo en la superficie y una fase pedregosa, el límite del suelo está a 25 cm de espesor, con un drenaje interno moderado.

3.4. Descripción de los tratamientos y diseño experimental.

Para la variable firmeza del fruto, la cual será la variable de mayor importancia en este experimento se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A X B X C, con 5 repeticiones los cuales a continuación se describen.

FACTOR A: Fertilizantes foliares, el cual consta de cinco niveles (1, 2, 3, 4, 5), que corresponde a los 5 tratamientos.

FACTOR. B: Días de almacenamiento en refrigeración, el cual consta de tres niveles (25, 45, 65, días).

FACTOR C: Días posteriores al almacenamiento, el cual consta de tres niveles, (0, 50, 10 días).

Para el resto de las variables se utilizo un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones, puesto que en estas variables solo se desea conocer el efecto general del Calcio y el Boro en la calidad de la fruta.

3.4.1. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Producto	Dosis.
1	Poliquel calcio + Poliquel Boro	2 cc / l P Ca + 0.5 g. / l P B.
2	Poliquel Calcio + Poliquel Boro	4 cc / l P Ca + 0.5 g. / l P B.
3	Poliquel Calcio + Poliquel Boro	2 cc / l P Ca + 1 g. / l P B.
4	Poliquel Calcio + Poliquel Boro	4 cc / l P Ca + 1 g. / l P B.
5 (testigo)	CaNO ₃ (Nitrato de calcio)	2 g. / l de agua.

Se agrego además de los productos un adherente a razón de 2 cc / l de agua. Estos tratamientos fueron aplicados cada uno de ellos en 10 árboles y a la cosecha se mezclo la producción de los árboles correspondientes a cada tratamiento.

La fuente de Ca y B Fue el poliquel Calcio y el poliquel Boro que fabrica actualmente el Grupo Bioquímico Mexicano (GBM), en Saltillo Coahuila México.

3.5. Materiales utilizados.

- Mochila manual de 16 l.
- Productos.
 - * Poliquel Calcio.
 - * Poliquel Boro.
- Adherente dispersante (Bionex).
- Refractometro (Grados Brix).
- Penetrometro (Firmeza).
- Refrigerador.

3.6. Metodología a seguir.

El experimento consistió en dos fases, una de campo y otra de laboratorio.

3.6.1. Fase de campo.

En esta fase se hicieron 4 aplicaciones en las siguientes fechas:

25 de mayo de 1997

25 de junio de 1997

15 de julio de 1997

8 de agosto de 1997.

Cada uno de los tratamientos se aplicó en forma de aspersión foliar, haciendo cobertura total del árbol con la mezcla de los productos en las fechas antes mencionadas. La cosecha se efectuó el 6 de octubre de 1997.

Se cosechó un total de 30 manzanas por árbol tratado y se llevaron a un refrigerador del departamento de Horticultura de la UAAAN. La fruta se mantuvo a una temperatura de 4 a 6 °C.

3.6.2. Fase de laboratorio.

Aquí se evaluaron las siguientes variables.

3.6.3. Variables evaluadas.

- Presión. (lb/pulg²)
- Sólidos solubles (Grados Brix)
- Color. (Grados)
- Paño (Niveles).
- Enfermedades fisiológicas.

Aquí se evaluaron las variables antes mencionadas de la siguiente manera: Se hicieron 3 evaluaciones en tres diferentes fechas (FACTOR B).

En cada fecha se saco del cuarto frío un total de 90 manzanas por cada tratamiento, estas 90 manzanas se subdividieron en 3 muestras (FACTOR C), cada muestra con 30 manzanas para evaluarse. Con el dato obtenido de 6 manzanas se saco una media para que esta representara una de las 5 repeticiones del modelo estadístico., De esta manera el factor A será promedio final de las tres evaluaciones.

3.6.4. Forma de medición de las variables.

3.6.4.1. Firmeza (lb/pulg^2), para la evaluación de esta variable se usó un Penetrometro, y para mayor exactitud del dato tomado se tomo el promedio de dos penetraciones echas en la parte media del fruto.

3.6.4.2. Solidos solubles (Grados Brix), para la evaluación de esta variable se uso un Refractometro, en el cual se depositó el jugo que salía de los fruto al introducir el penetrometro

3.6.4.3. Color (Niveles), para esta variable se usaron tres niveles de color los cuales fueron; (1) Verde, (2) Intermedio, y (3) Amarillo, los niveles de color se designaron a simple vista.

3.6.4.4. Paño (Grados), para esta variable se utilizaron tablas ya establecidas de grados de paño que van de 1 a 11 grados, siendo el grado 1 cero paño (Fruta completamente limpia), y el grado 11 fruta manchada hasta la parte media.

3.6.4.5. Enfermedades fisiológicas. En el caso de esta variable, no se evaluó, ya que no se presentó un número significativo de enfermedades de poscosecha en los frutos.

Para el caso del factor “A”(Dosis de fertilización foliar), en la variable firmeza se realizaron contrastes ortogonales para determinar cual dosis de fertilización foliar es mejor, así como la interacción de los elementos Calcio y Boro.

Y en el caso de los factores B (Días en refrigeración) y C (Días posteriores al almacenamiento), se realizaron Ajustes de regresión polinomial, puesto que tanto b y c, son factores de tipo continuo, (25, 45, 65, y 0, 5, 10., Respectivamente).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Una vez realizado el experimento, a continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo. Para una mejor interpretación de los resultados se expondran por variable estudiada, y en la variable firmeza del fruto se describirá cada uno de los factores de acuerdo a la significancia obtenida en el análisis de varianza.

4.1. Firmeza (lb/pulg²).

Una vez realizado el análisis respectivo para la variable firmeza del fruto, se encontró diferencia altamente significativa ($P > 0.01$), para los factores A, B, C, la interacción AXB, y significancia ($P > 0.05$), para las interacciones AXC Y BXC.

No encontrándose significancia estadística para la interacción AXBXC.

El coeficiente de variación obtenido en esta variable fue 5.94 %.(Tabla 1 Del apéndice).

Lo cual indica una alta confiabilidad en los resultados obtenidos en esta prueba.

4.1.1. FCTOR A (Fertilizantes foliares).

La prueba de medias para el factor A. (D.M.S.=0.05), Nos señala que los tratamientos 2, 1 Y 4 son iguales entre sí, pero diferentes a los tratamientos 3 y 5, (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio + Poliquel Boro en la variable Firmeza del fruto, (lb/pulg²).

TRATAM.	PRODUCTO	DOSIS	FIRMEZA MED. lb/pulg ²	DMS.(0.05)
1	P Ca + P B.	2 cc / l + 0.5 g / l	9.6763	AB
2	P Ca + P B.	4 cc / l + 0.5 g / l	9.8532	A
3	P Ca + P B.	2 cc / l + 1.0 g / l	9.1380	B
4	P Ca + P B.	4 cc / l + 1.0 g / l	9.4834	AB
5 Testigo	CaNO ₃	2 cc / l	9.0345	B

Pero debido a que el interés es conocer la dosis optima para los elementos Calcio y Boro. El cuadro (2), muestra la comparación de medias, para el factor A, para lo cual se empleo como ya se menciona en materiales y métodos una prueba de Contrastes ortogonales, la cual arrojó los siguientes resultados.

Cuadro 2. Comparación de medias (Factor A) mediante contrastes ortogonales, para la variable firmeza (lb/pulg²).

CONTRASTES α	TOTAL DE NIVELES DE A					BcrΣcwi ²	SC (contrastes)	FC	Fα, 1, 180	
	Y ₁ ...	Y ₂ ...	Y ₃ ...	Y ₄ ...	Y ₅ ...				0.05	0.01
	435.4	443.4	411.2	426.7	406.5					
C1: 1,2,3,4 Vs 5 Nuevos Vs Test.	1	1	1	1	-4	900	9.1155	29.037 **	3.84	6.64
C2: 1,2, Vs 3,4 Efecto de Boro	1	1	-1	-1	0	180	9.2770	29.55 **		
C3: 1,3 Vs 2, 4 Efecto del Calcio	1	-1	1	-1	0	180	3.0780	9.77 **		
C4: 1,4 Vs 2,3 Interacción	1	-1	-1	1	0	180	0.3195	1.02 NS.		

CM(Error)=0.3139

C1: Hay diferencia significativa entre el promedio (9.5377), de la media de los fertilizantes 1, 2, 3, y 4, en comparación con la media (9.0345), del tratamiento testigo, como la variable es firmeza, esto indica que los nuevos fertilizantes foliares dan mayor firmeza que el testigo.

C2: Hay efecto del Boro a favor de los fertilizantes foliares 1 y 2, que contienen 0.5 g / l. De Poliquel Boro, en contra de los fertilizantes 2 y 4, que contienen 1.0 g / l. De Poliquel Boro, lo cual indica que una dosis baja de Boro dará mayor firmeza a los frutos.

C3: Hay respuesta al Calcio, a favor de la dosis alta (2 cc / l De Poliquel Calcio), de los fertilizantes 2 y 4, en comparación con la dosis baja (2 cc / l. De Poliquel Calcio), de los fertilizantes 1 y 3, lo que indica que al aplicar mayor cantidad de calcio se incrementa la firmeza en los frutos.

C4: No hay interacción o efecto conjunto del Boro y Calcio, lo que indica que los elementos actúan en forma independiente en la firmeza de los frutos.

Como podemos observar, los fertilizantes a base de Boro y Calcio aumentan la firmeza de los frutos en un 5.57%, en comparación con el testigo (Contraste 1), y una dosis baja de Boro (0.5 g / l. P B), nos aumenta un 4.87% mas que la dosis alta de Boro (1.0 g / l. P B.), (Contraste 2).

Por el contrario tenemos que una dosis alta de Calcio (4 cc / l. P. Ca), solo nos aumenta un 2.7% la firmeza de los frutos en comparación de la dosis baja (2 cc / l. P. Ca), de Calcio (Contraste 3).

Aunque el contraste 4, señala que ambos elementos actúan de manera independiente en la firmeza de los frutos, podemos observar que al combinar una dosis baja de Boro y una baja de Calcio (T1), hay buena firmeza en los frutos, y al aumentar la dosis de Calcio manteniendo la dosis baja de Boro (T2), de alguna manera se favorece la asimilación de calcio por los frutos.

Por otro lado, al tener una dosis alta de Boro con una dosis baja de Calcio, la firmeza de los frutos disminuye (T3), esto indica que el exceso de boro de alguna manera inhibe la asimilación de calcio por los frutos, pues al mantener la dosis alta de Boro y aumentando nuevamente la del calcio (T4), la firmeza en los frutos vuelve a aumentar.

Estos resultados están de acuerdo con lo mencionado por Velasco (1960), quien dice que una de las principales funciones del Calcio es como constituyente de la membrana celular, cuya lamela media se compone en gran parte de pectato de Calcio el cual no puede ser sustituido por otros elementos, el mismo autor menciona que los frutos producidos con deficiencia de Boro, son deformes e inútiles los cuales pueden presentar asperesas y grietas exteriormente, y interiormente áreas corchosas en la corteza y coloración café en el corazón.

También Markus (1988), menciona que el Ca y Zn, así como N, K, Mg y P, reducen la toxicidad del Boro en algunas plantas.

Por otra parte Faust y Shear (1968), reportan que se ha demostrado que el Boro produce un incremento en el transporte del Calcio, lo que a su vez repercute en la disminución de la mancha corchosa en las manzanas. Stiles (1987), por su parte menciona que aplicaciones excesivas y/o concentradas de Boro pueden incrementar el potencial de pérdida de calidad de la fruta, aumentando la susceptibilidad al corazón acuoso y aceleran la madurez.

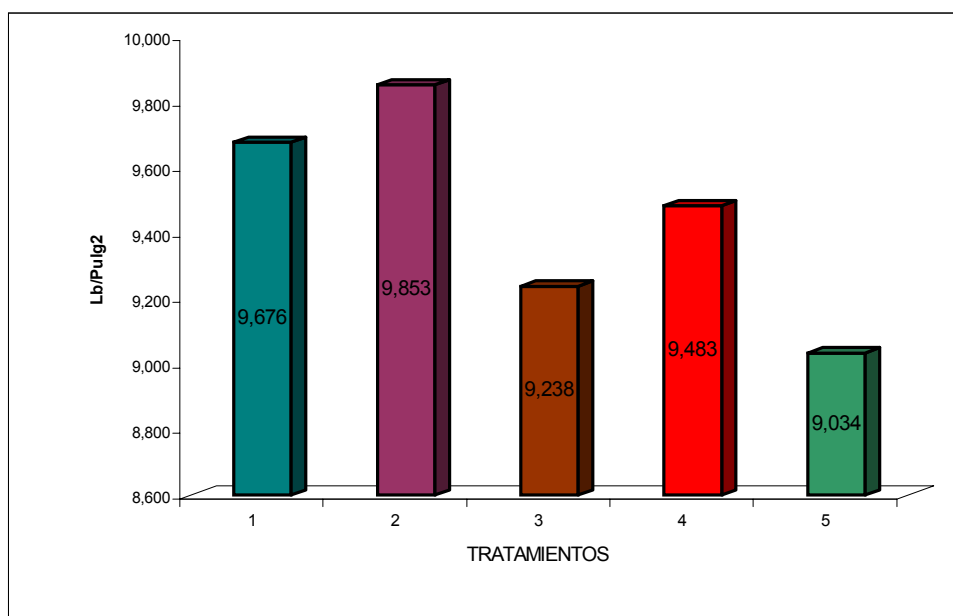


FIGURA 1. Representación de las medias de los tratamientos (Factor "A"), en la variable firmeza de la fruta.

4.1.2. FACTOR B. (Periodo de almacenamiento en refrigeración)

Para el caso de este factor B, como ya se menciona en materiales y métodos, además de la prueba de medias se llevo acabo un ajuste de regresión polinomial (A. R. P.)

El cuadro 3, nos muestra los resultados obtenidos para el factor B, En la variable firmeza, así como la ecuación obtenida en el ajuste de regresión.

Cuadro 3. Ajuste de regresión polinomial para el factor B. En la variable firmeza (lb/pulg²)

Media fac. B								
10.0333 a	EFEECTO	Y _{1..} 752.50	Y _{2..} 718.64	Y _{3..} 652.21	a crΣcw ² j	SC(cw)	FC	Fα, 1, 180 0.05 0.01
9.581 a	Lineal	-1	0	1	150	67.051	213.58 **	3.84 6.64
8.696 b	Cuadrat.	1	-2	1	450	2.356.	7.50 **	

DMS=0.05

ECUACION 1.- Para predecir la firmeza de la fruta en almacenamiento, en un rango de 25 a 65 días.

$$Y_{J..} = 9.987164 + 0.015415 X_i - 0.00543 X_i^2$$

$$25 \leq X_i \leq 65 \quad R^2 = 1.00$$

Se encontró la, mayor firmeza a los 25 días de refrigeración, (10.033 lb/pulg²), seguida por 45 días (9.581), periodo en el cual hay una pérdida de 4.3%, en la firmeza en los frutos, también se puede observar en el cuadro 2, que la prueba DMS. Nos señala que los niveles 1 y 2 son estadísticamente iguales. Pero diferentes al nivel 3 (8.69 lb/pulg²), en el cual hay una pérdida de 8.89%, con respecto al nivel 2, y una pérdida de 13.32%, con respecto al nivel 1. Al respecto Kramer et al, (1991), y Marsehner, (1986), Menciona que el calcio participa en la formación de pectato de Calcio y activa la transpiración y capacidad de almacenaje. Ráese (1989), observó en manzanas Golden delicious que la mancha amarga esta asociada claramente con una deficiencia de Calcio y un des balance de este con otros elementos principalmente N, P, Mg y B.

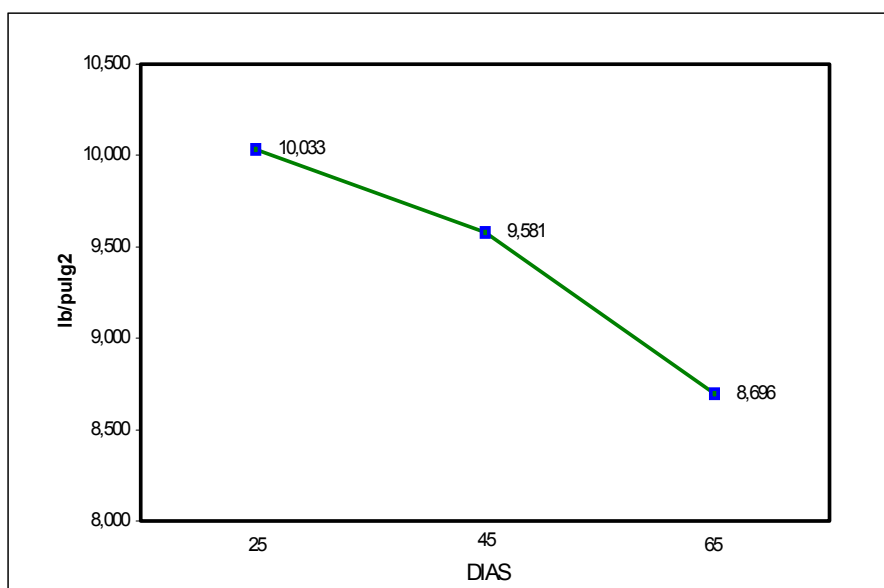


FIGURA 2. Representación de las medias del factor B. (Días de Almacenamiento en refrigerador), en la variable firmeza de la fruta.

4.1.3. FACTOR C. (Días posteriores al almacenamiento).

En cuanto al factor C, al igual que para el factor B, como ya se menciona se realizó el ajuste de regresión polinomial.

El cuadro 4, muestra los resultados obtenidos al realizar la prueba de medias, y la ecuación obtenida al realizar el A. R. P. Para los niveles 1, 2, y 3 del factor C.

Cuadro 4. Ajuste de regresión polinomial para el factor C. En la variable firmeza (lb/pulg²).

Media fac.C.

10.009 a	EFEECTO	Y..1. 750.73	Y..2. 698.271	Y..3. 674.34	abr Σcw^2j	SC(cw)	FC	F α , 1, 180 0.05 0.01
9.310 b	Lineal	1	0	1	150	38.900	123.91 **	3.84 6.64
8.991 b	Cuadrat.	1	-2	1	450	1.809	5.764 **	

DMS=0.05

ECUACION 2.- Para predecir la firmeza de la fruta en periodos posteriores al almacenamiento, en un rango de 0 a 10 días.

$$Y_{..k} = 10.009786 - 0.015415 X_k + 0.00761 X_k^2$$

$$0 \leq X \leq 10 \quad R^2 = 1.00$$

La prueba de medias DMS=0.05, nos señala que no hay diferencia Estadística en los niveles 2 y 3, pero si hay diferencia Estadística en comparación con el nivel 1.

Se encontró que a 0 días hay mayor firmeza, (10.009 lb/pulg²), y se marca una diferencia notable con respecto a 5 y 10 días, donde hay una pérdida del 6.98% de los cero a los cinco días, y solo 3.42 % de pérdida del nivel 2 al nivel 3. al igual que para el factor B., En este se muestra la misma tendencia a decrecer la firmeza conforme transcurre mayor tiempo de extraído el fruto del refrigerador. Al respecto Faust y Shear, (1972), mencionan que los compuestos pectidicos se degradan durante el curso de la maduración o por invasión en los frutos suaves, puesto que la desorganización celular normalmente acompaña a la maduración del fruto.

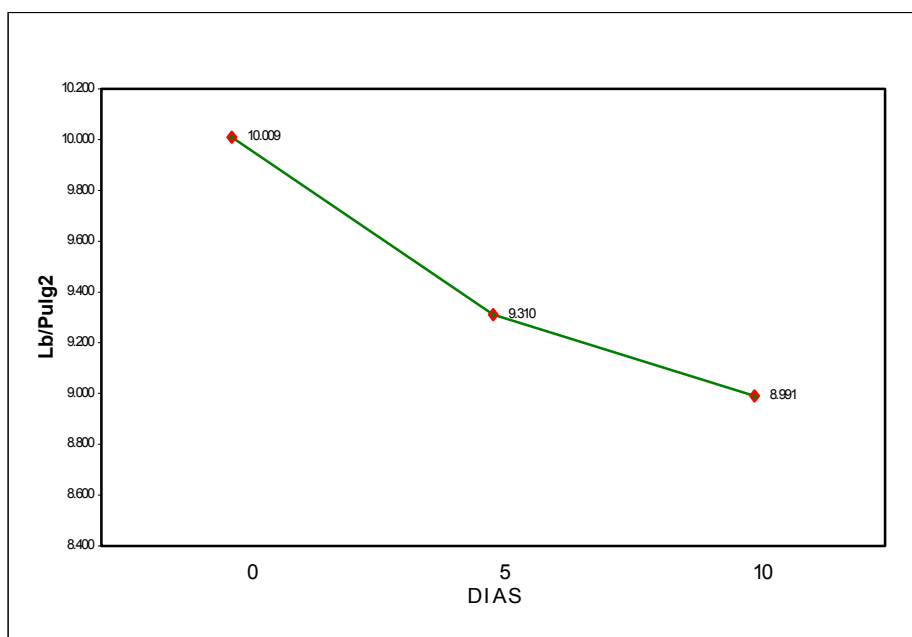


FIGURA 3. Representación de las medias del factor C (Dias posteriores Al almacenamiento), en la variable firmeza de la fruta.

4.1.4. Interacción AXB. (Fertilizantes foliares X días en refrigeración).

Para una mejor interpretación de los factores A X B, se presentaran y se discutirán los resultados en la figura 4.

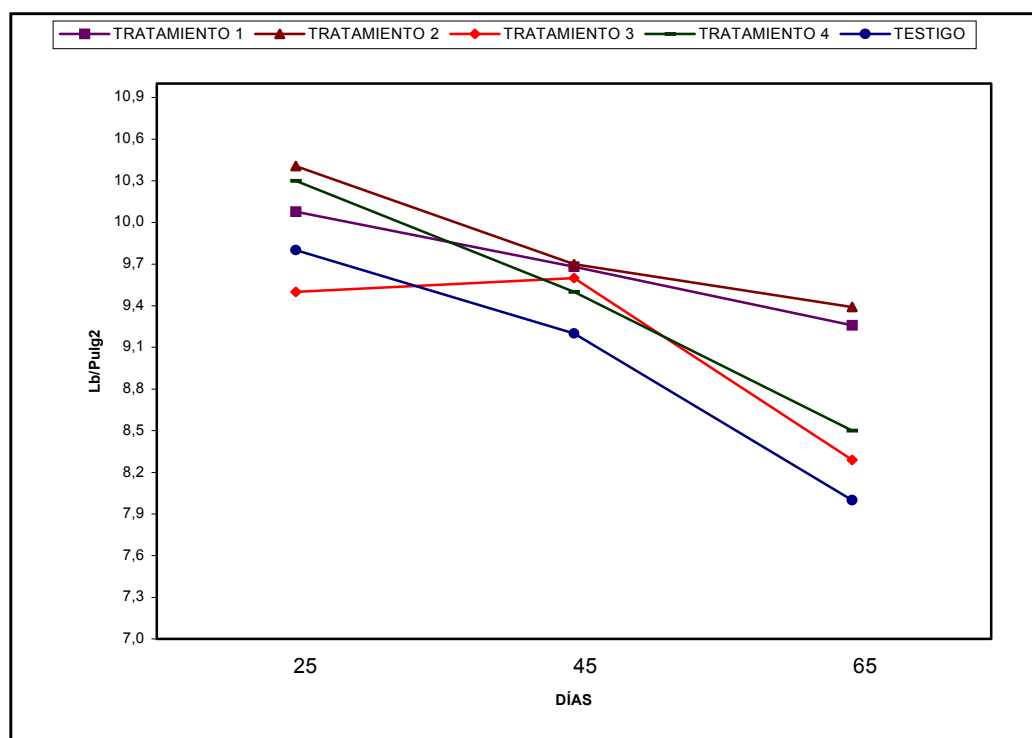


FIGURA 4. Representación de las medias en la interacción AXB
(Fertilizantes foliares por días de almacenamiento en refrigeración),
en la variable firmeza de la fruta.

Como se puede observar en la figura 4, durante los tres periodos de almacenamiento, los tratamientos 1,2, y 4 son superiores al testigo, el cual presenta una perdida de 1.83 lb/pulg². De firmeza al final de las evaluaciones, en comparación con el tratamiento 1. El Cual solo presenta una perdida de 0.8 lb/pulg².

También podemos observar que a los 45 días de almacenada la fruta los cinco tratamientos presentan un comportamiento muy similar, siendo superiores durante los tres periodos de almacenamiento los tratamientos 1 y 2, que corresponden ambos a la dosis 0.5 g. De Poliquel boro, y 2cc. Y 4cc. De Poliquel calcio, cabe mencionar que el tratamiento 2 presenta una perdida de 1.01 lb/pulg², la cual es mayor a la que presenta el tratamiento1, (Tabla 1 B. Del apéndice).

Pero es evidente que la firmeza de los frutos en periodos de almacenamiento depende de la firmeza inicial de estos.

Faus (1989), expresa que el calcio es quizás el elemento más importante en la calidad de la fruta, especialmente en peras y manzanas ya que estas se almacenan por largos periodos de tiempo y el efecto de este elemento en la calidad de conservación no puede ser sustituido por otros factores.

4.1.5. Interacción AXC. (Fertilizantes foliares X días posteriores al almacenamiento).

Los Factores AXC, se discutirán de la misma manera que AXB, Puesto que ambas interacciones se comportan de manera muy similar, los resultados obtenidos para estos factores se presentan a continuación en la figura 5.

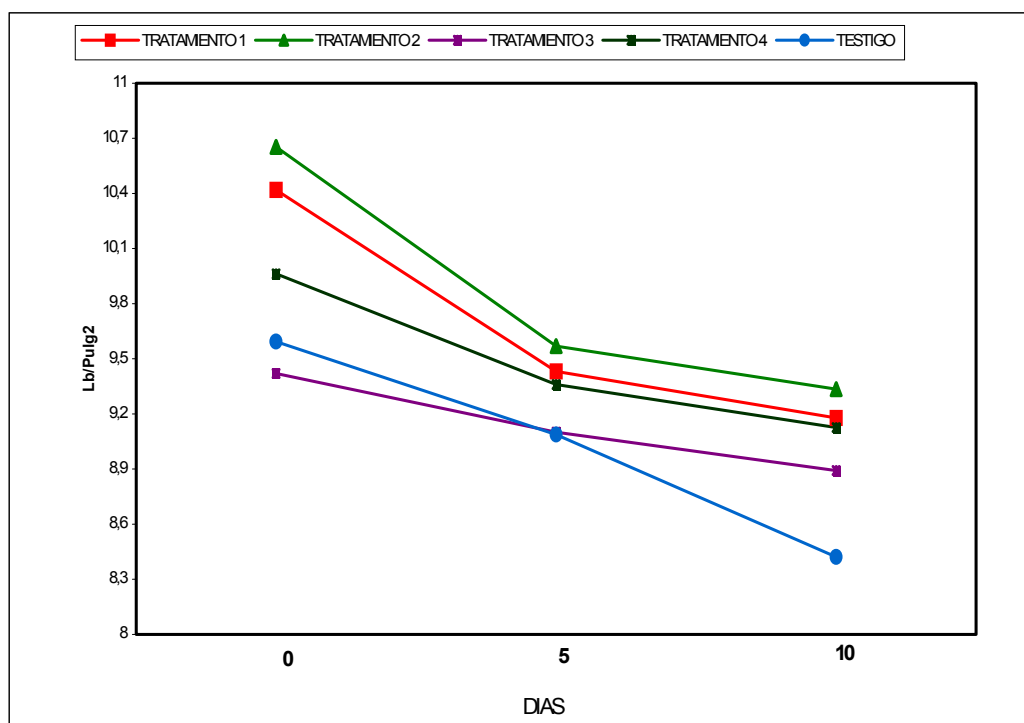


FIGURA 5. Representación de las medias en la interacción AXC (Fertilizantes foliares X Días posteriores al almacenamiento), en la variable firmeza de la fruta.

Como era de esperarse en la interacción A X C, nuevamente el tratamiento testigo presenta una firmeza inferior al resto de los tratamientos.

Nuevamente el tratamiento 1 y 2 que corresponden a la dosis baja de boro mantienen una mayor firmeza en periodos posteriores al almacenamiento, lo cual nos indica la estabilidad de la consistencia de los frutos al aplicar los nuevos fertilizantes foliares.

Cabe mencionar que el tratamiento 2 (0.5 g. / l. De poliquel boro + 2cc/Lt. De poliquel calcio), parece ser la dosis optima para el caso de la variable en estudio, ya que es la dosis que nos mantiene con mayor firmeza los frutos al final de las evaluaciones.

Al respecto, Hewett y Watkins, (1991), mencionan que la efectividad de las aplicaciones de calcio durante la estación de crecimiento es superior a la del tratamiento en poscosecha en la prevención de la mancha amarga.

4.2. Solidos solubles (Grados Brix).

Como ya se mencionó en materiales y métodos, para el caso de esta variable se hizo un análisis del efecto general de las dosis antes mencionadas, sobre esta variable.

El cuadro 5. Nos muestra los resultados obtenidos en la prueba de medias para esta variable.

Cuadro 5. Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio +Poliquel Boro en la variable Solidos solubles (°Brix).

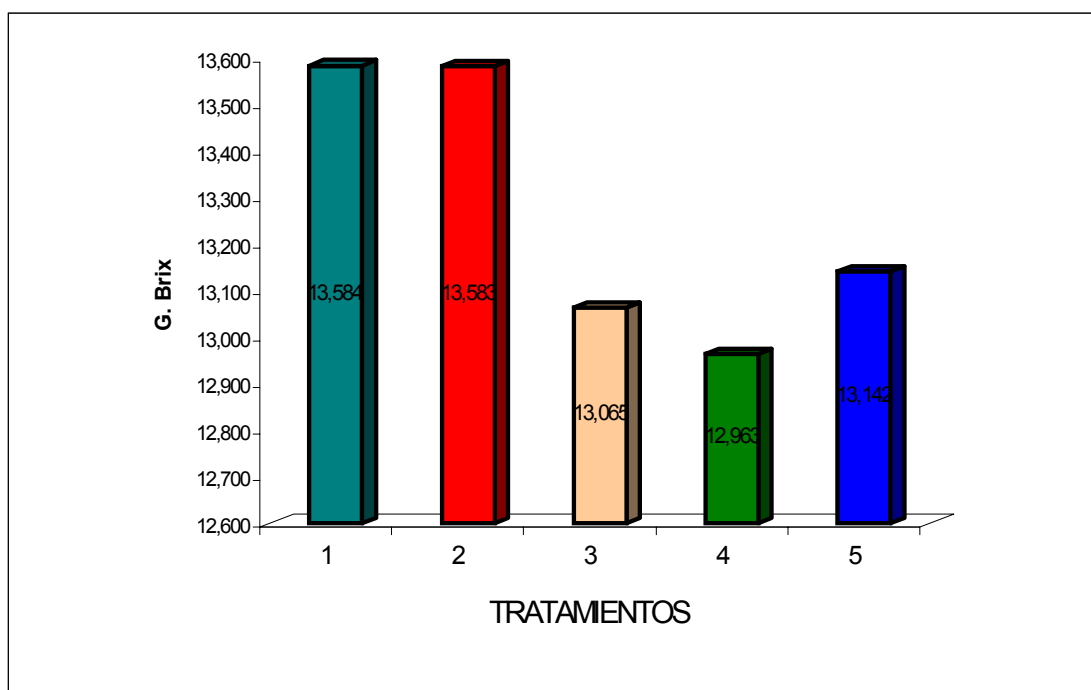
TRATAM.	PRODUCTO	DOSIS	°BRIX MED.	DMS.(0.05)
1	P Ca + P B.	2 cc / l + 0.5 g / l	13.5840	A
2	P Ca + P B.	4 cc / l + 0.5 g / l	13.5832	A
3	P Ca + P B.	2 cc / l + 1.0 g / l	13.0650	B
4	P Ca + P B.	4 cc / l + 1.0 g / l	12.9632	B
5 Testigo	CaNO ₃	2 cc / l	13.1424	B

Al aplicar el análisis de varianza respectivo, se encontró diferencia altamente significativa ($P>0.01$), y el coeficiente de variación fue de 1.15 %, lo cual nos da una alta confiabilidad en los resultados obtenidos (Tabla 2. Del apéndice).

En esta variable nuevamente los tratamientos 1 y 2, presentan un mayor contenido de azúcares (13.58), en comparación con el 5, 3 y 4, los cuales son estadísticamente iguales entre sí ($DMS=0.05\%$), pero diferentes al 1 y 2.

En este caso podemos observar que las dosis bajas de boro siguen teniendo una influencia favorable en la calidad de los frutos, pues hay una mayor acumulación de azúcares en los frutos al aplicar las dosis bajas de boro sin importar la dosis de Calcio en el presente experimento, por lo que podemos destacar la influencia del boro en la translación de azúcares hacia el fruto.

FAGRO De México (1996); y Ryugo (1988), Destaca el papel del boro, en el amarre de flores y frutos, así como el crecimiento del tubo polínico, lo cual lo atribuye a la formación de complejos Azúcar-Boro, los cuales son translocados a través de la membrana protoplasmática mas fácilmente que los azúcares no Borados.



**FIGURA 6. Representación de las medias de los tratamientos en la variable
solidos solubles (°Brix), en la fruta de manzano.**

4.3. Color (niveles).

El cuadro 6. Nos muestra los resultados obtenidos en la variable color del fruto.

Cuadro 6. Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio +Poliquel Boro en la variable color de la manzana.

TRATAM.	PRODUCTO	DOSIS	NIVELES MED.	DMS.(0.05)
1	P Ca + P B.	2 cc / l + 0.5 g / l	2.6598	A
2	P Ca + P B.	4 cc / l + 0.5 g / l	2.7294	A
3	P Ca + P B.	2 cc / l + 1.0 g / l	2.7298	A
4	P Ca + P B.	4 cc / l + 1.0 g / l	2.5394	B
5 Testigo	CaNO ₃	2 cc / l	2.6980	A

Al observar los niveles de medias y aplicando el análisis de varianza, (Tabla 3. Del apéndice), se encontró diferencia altamente significativa para esta variable, el coeficiente de variación fue de 2.85 %, la prueba de medias nos señala que el tratamiento 4, es estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, en los cuales la maduración es más rápida, pero como se analizó en las variables firmeza y °Brix, estos espacialmente el tratamiento 1 y 2, presentan una mayor firmeza y contenido de azúcares.

Estos resultados van de acuerdo con lo citado por Alvarez (1988), quien dice que el fruto del manzano no es muy exigente de calcio, pero este elemento favorece el desarrollo, calidad de los frutos y su contenido de azúcares, aumentando la coloración y conservación de la manzana y disminuye el riesgo de la mancha amarga, la enfermedad del corazón pardo y otras enfermedades que se presentan durante el almacenamiento en refrigeración.

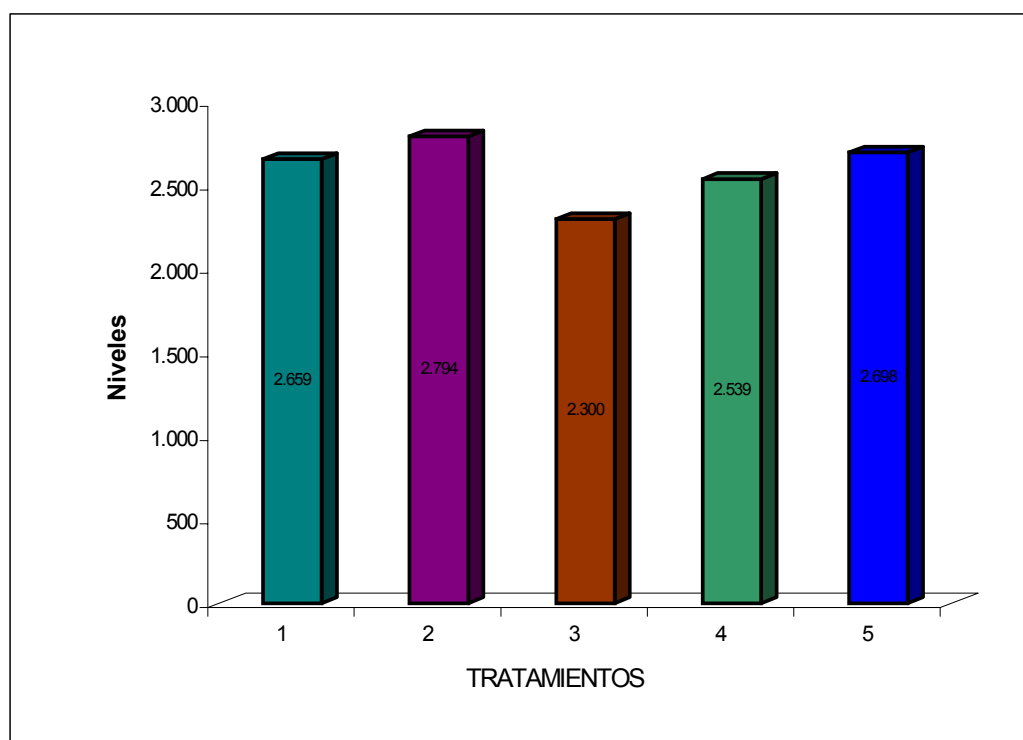


FIGURA 7. Representación de las medias de los tratamientos en la variable Color (Niveles), en la fruta de manzano.

4.4. Paño (Grados).

El cuadro 7. Nos muestra los resultados obtenidos en la evaluación de esta variable.

Cuadro 7. Efecto de los fertilizantes foliares a base de Poliquel Calcio +Poliquel Boro en la variable paño de la manzana.

TRATAM.	PRODUCTO	DOSIS	°PAÑO MED.	DMS.(0.05)
1	P Ca + P B.	2 cc / l + 0.5 g / l	2.5964	A
2	P Ca + P B.	4 cc / l + 0.5 g / l	2.8210	A
3	P Ca + P B.	2 cc / l + 1.0 g / l	2.6428	A
4	P Ca. + P B.	4 cc / l + 1.0 g / l	2.5564	A
5 Testigo	CaNO ₃	2 cc / l	2.6816	A

De acuerdo al análisis de varianza respectivo para esta variable (Tabla 4. Del apéndice), no hay diferencia significativa entre las medias del cuadro 7, lo que nos hace suponer que el grado de paño presente en los frutos del manzano se debe a otras causa, aunque se puede observar un mayor grado de incidencia en los tratamientos 2, 3 y testigo.

Ryugo (1988), menciona que la roña esta asociada con la condensación de la humedad sobre la superficie, raleadores de fruto e infecciones virosas, también menciona que cuando el rocío, niebla y las gotas de aspersion no secan rápidamente, inducen a la formación de capas corchosas cafés sobre la superficie de los frutos.

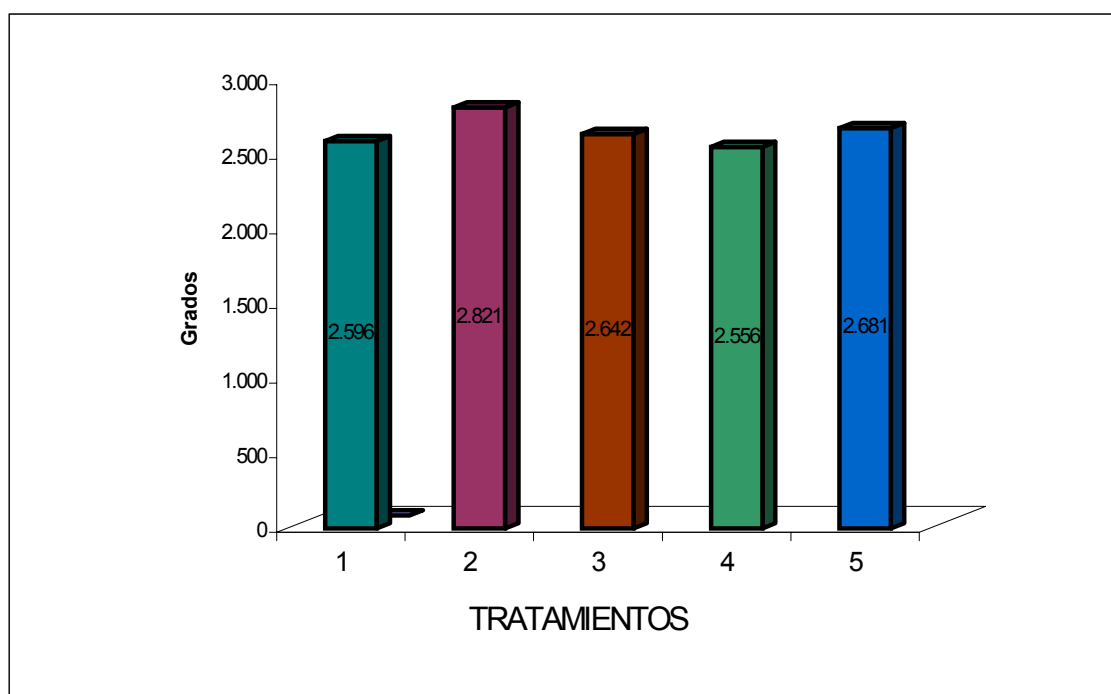


FIGURA 8. Representación de las medias de la variable Paño (Grados), en la fruta de manzano.

V. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo se puede concluir lo siguiente.

- Las aplicaciones vía foliar de calcio y boro durante el crecimiento del fruto ayudan a mantener la calidad de la fruta durante el periodo de refrigeración y después de este.
- Las aplicaciones de poliquel Calcio y poliquel Boro durante las etapas de desarrollo de la manzana influye favorablemente en la firmeza del fruto para alargar su periodo de almacenamiento en refrigeración, bajo los sistemas convencionales.
- Los resultados muestran que con la aplicación de poliquel Boro en dosis bajas (0.5 g / l), Se obtiene una mayor firmeza en los frutos.
- La mejor dosis de Poliquel Calcio + Poliquel Boro, para la firmeza de los frutos fue 4 cc / l. P. Ca + 0.5 g / l. P. B.
- Los tratamientos 1 y 2 que corresponden a las dosis bajas de P. Boro, son los mejores para los sólidos solubles, ya que no hay diferencia estadística entre ellos, y además son los que presentan la mayor firmeza al final de las evaluaciones.

- La aplicación de poliquel Calcio y poliquel Boro durante el crecimiento de la fruta, nos aumenta el color en la fruta, pero esta fruta mantiene una mayor firmeza durante el periodo de refrigeración y después de este en comparación al testigo.

- No se encontró influencia del poliquel Calcio y poliquel Boro sobre el paño de la manzana.

VI. LITERATURA CITADA

- Álvarez, R. 1988. El manzano. Editorial AEDOS, 2a. Edición. Barcelona. España. Publicaciones de extensión Agraria 3a. Edición. Madrid, España.
- Blanke, M. M. 1991. Respiration. Of apple and avocado fruits. *Phoetharvest News and information*. Vol.2. No. 6: 429-436.
- Bramlage, W. J., Weis, S. A. and Greene, D. W. 1990. Observations on the relationships among seed number, fruit calcium and senescent breakdown in apples. *HortScience* 25 (3): 351-353.
- Conway, W. S. And Sams, C.e. 1985. Influence of calcium treatment on decay of Golden delicious apple. *Plants Dis.* 69: 42-44.
- Edmond J., B. 1976. Principios de horticultura. 3ª edición traducido por Federico G. C. E. C. S. A. México, D. F.
- Faust, M., Shear, C.B. and Smit, C. B. 1967. Investigations of corking disorders of apples I Mineral element gradients in “York-Imperial” apples. *Proc. Am Soc. Hort. Sci.* 91:69-72.
- Faust, M., Shear, C.B. and Smit, C. B. 1968. Investigations of corking disorders of apples I Mineral element gradients in “York-Imperial” apples. *Proc. Am Soc. Hort. Sci.* 91:69-72.
- Faust, M., and Shear, V. B. 1972. The effects of calcium on respiration of apples *J. Am. Soc. Hort, Sci.* 97(4):437-439.

- Faust, M. 1989. Physiology of Temperate zone fruit Trees. Ed. New York Willey. pp. 338.
- García, F. J. 1980. Fertilización Agrícola. 2a. Edición, editorial AEDOS. México, D.F.
- Hewett, E. W. And Watkins, C. B. 1984. Bitter pit in Cox's Orange Pippin apples. By controlled and modified atmosphere storage. Scientia Horticulture. 23: 59-66
- Hewett, E. W. And Watkins, C. B. 1991. Bitter pit control by sprays and vacuum infiltration of calcium Cox's Orange Pippin apples Hortscience. 26(3): 284-246.
- Himirochi, Y. And Tsuguo H. 1995. Calcium affects resistance of tomato seedlings to ° bacterial wilt. HORTSCIENCE, 30(1): 91-93.
- Huber, D. H. 1983. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. Horticultural Reviews. Edited by Joles Janics, Purdue University. Vol.5, 169-210.
- Ignatieff. 1964, El uso eficaz de los fertilizantes. Editorial Ministerio de la Educación. Primera edición. La Habana, Cuba.
- Juscáfresa., B. 1971. El peral y El manzano. Serchimia y Urpi. Barcelona, España.
- Juscáfresa, B. 1974. Como ganar dinero con el cultivo de frutales. Primera Edición. Barcelona, España.

- Kramer G. F., Yi Wang Ch., and Conway W. S. 1992. Inhibition of softening by poliamine application in “Goldel delicious” and “Me Intosh” apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(5):813-817.
- Lovatt, C. J. 1985. Evolución of xylem resulted in a requirement for boron in the apical meristems of vascular plants . New phitologist. 99: 4, 509 –522; 92 ref.
- Loué, André. 1988. Los microelementos en Agricultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Markus, D. K. 1988. The Boron status of tomato plants and their peat-based substrate. Acta horticulture, No. 221, 35-244, 8 ref.
- Marschner H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press: Hacout ° Brace Jovanovich, Publisher. 243-254; 378-385.
- Minamide R., T. and Ho L. C. 1993. Deposition compounds in tomato fruit in relation to calcium transpor. JUORNAL OF HORTICULTURAL SCIENCE, 68(5): 755-762.
- Nuñes E., R. 1987. Apuntes del curso y tecnología de fertilizantes, rama de Suelos. Colegio de post-graduados, Chapingo, México.
- Rease, T. 1989. Impottant considerations about calcium on apples and pears. Good Frutit Grower. Vol 40, No. 7.
- Rodríguez Suppo, F. 1982. Fertilizantes-Nutrición vegetal ACT. Primera Edición. México.

- Ryugo, K. 1988. Fruticulture its science and art. Ed. John wiley sons. USA.
Pj.247
- Saks et al. 1990. Senescent breakdown of “Jonathan” Apples in relation to the water - soluble calcium content of the fruit before and after storage. JUORNAL AMERICA SOCIETY HORTICULTURALS CIENCE 118(6):801-806.
- Sepaskha, A. R.; Maftoun, M. 1994. Seedling growth and chemical composition Of two pistachio cultivars as affected by Boron and nitrogen applicatio. JOURNAL OF PLANT NUTRITION. 17:1, 155-7118 ref.
- Shear, C. B. 1971. Symtoms of calcium deficiency on leaves and fruits and of “York Imperial” apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(4): 415-417.
- Shelp, B. J. 1990. The influence of boron nutrition on nitrogen partitioning in broccoli plants. Communications in soil science and plant Analysis. 21: 1-2, 49-60.,14 ref.
- Stiles W. C. 1987. Tree nutritión: a key to good fruit Quality. Incompact fruit Tree. Vol. 20. Departartament of pomology, Cornell University.107-111.
- Stow, J. 1993. Effect of Calcium ions on apple fruit sofftening during storage And ripening. POSHARVERST BIOLOGY AND TECNOLOGY. 3(1993) 1-9.
- Tamaro, D. 1968. Tratado de Fruticultura. Editorial Gili. 4ª. Edición, Barcelona, España.

Ting, I. P. 1982. Plant physiology. Addison Wesley. Publising Company.
U.S.A.pp.462.

Trocme, S. y Grass, R. 1979. Suelos fertilizantes en fruticultura. Editorial mundiprensa, 2a. Edición. Madrid, España.

Velasco Molina, H. A. 1960. Elementos de fertilidad de suelos. Ediciones UAC.
Buenavista, Saltillo Coah.

VII. APENDICE.

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable firmeza del fruto de la manzana (lb/pulg²).

FV	GL	SC	CM	F	F>F
FACTOR A	4	21.7890	5.4472	17.3517 **	0.000
FACTOR B	2	69.4160	34.7080	110.5589 **	0.000
FACTOR C	2	40.7207	20.3603	64.8559 **	0.000
A X B	8	10.9941	1.3742	4.3776 **	0.000
A X C	8	5.0390	0.6298	2.0064 *	0.048
B X C	4	3.2187	0.8046	2.5633 *	0.039
A X B X C	16	3.7871	0.2366	0.7540 NS	
ERROR	180	56.5078	0.3139		
TOTAL	224	211.4726			

C.V.= 5.937161 %

* = Significancia (0.05)

** = Significancia (0.01)

NS = No significativo

Tabla 1 A. Comparación de medias del factor A, Por el método de D.M.S.= 0.05, para la variable firmeza de la fruta (lb/pulg²).

FACTOR A	MEDIA	DMS= 0.05
2	9.85320	a
1	9.67635	ab
4	9.48342	ab
3	9.13804	b
5	9.03455	b

Tabla 1 B. Tabla de medias de la interacción A X B (Fertilizantes foliares X días de almacenamiento en refrigerador), para la variable firmeza de la fruta.

FACTOR A.	FACTOR B			MEDIA.
	25	45	65	
1	10. 0777	9. 6831	9. 2683	9. 6764
2	10. 4067	9. 7571	9. 3958	9. 8132
3	9. 5055	9. 6172	8. 2914	9. 1380
4	10. 3360	9. 5932	8. 5211	9. 4834
5	9. 8407	9. 2587	8. 0043	9. 0345
MEDIA	10. 0333	9. 5814	9.6961	9. 4371

Tabla 1 C. Tabla de medias de la interacción A X C (Fertilizantes foliares X días posteriores al almacenamiento), para la variable firmeza de la fruta.

FACTOR A.	FACTOR C			MEDIA.
	0	5	10	
1	10. 4187	9. 4132	9. 1792	9. 6764
2	10. 6539	9. 5705	9. 3351	9. 8132
3	9. 4194	9. 1020	8. 8927	9. 1380
4	9. 9633	9. 3603	9. 1266	9. 4834
5	9. 5936	9. 0873	8. 4227	9. 0345
MEDIA	10. 0098	9. 3103	8. 9913	9. 4371

Tabla 1 D. Tabla de medias de la interacción B X C (Días de almacenamiento en refrigerador X días posteriores al almacenamiento), para la variable firmeza de la fruta.

FACTOR B	FACTOR C			MEDIA
	0	5	10	
25	10. 7249	10. 0129	9. 3622	10. 0333
45	10. 0294	9. 4128	9. 3033	9. 5818
65	9. 2750	8. 5052	8. 3083	8. 6962
MEDIA	10. 0098	9. 3103	8. 9913	9. 4371

Tabla 1 E. Tabla de medias de la interacción A X B X C, (Fertilizantes foliares X días de almacenamiento en refrigerador X días posteriores al almacenamiento), para la variable firmeza de la fruta.

FACTORES A XB		FACTOR C		
		0	5	10
1	25	10. 8758	10. 0224	9. 3350
1	45	10. 2196	9. 4300	9. 3996
1	65	10. 1606	8. 8412	8. 8030
2	25	10. 9862	10. 3412	9. 8928
2	45	10. 5652	9. 3864	9. 3196
2	65	10. 4104	8. 9840	8. 7930
3	25	10. 0082	9. 3432	9. 1652
3	45	9. 7622	9. 5496	9. 5398
3	65	8. 4878	8. 4132	7. 9732
4	25	11. 1028	10. 2500	9. 6552
4	45	10. 0026	9. 4380	9. 3390
4	65	8. 7846	8. 3930	8. 3856
5	25	10. 6516	10. 1076	8. 7630
5	45	9. 5976	9. 2598	8. 9185
5	65	8. 5316	7. 8946	7. 5866

Tabla 2. Análisis de varianza del diseño completamente al azar (5 trat. Con 5 rep.), para la variable sólidos solubles en la manzana.

FV	GL	SC	CM	F	F>F
TRATAMIENTOS	4	1. 744529	0. 436152	10.9199 **	0.000
ERROR	20	0. 798828	0. 039941		
TOTAL	24	2. 543457			

C. V. = 1.51 %

* = Significancia (0.05)

** = Significancia (0.01)

NS = No significativo

Tabla 3. Análisis de varianza del diseño completamente al azar (5 trat. Con 5 rep.), para la variable color de la manzana.

FV	GL	SC	CM	F	F>F
TRATAMIENTOS	4	0.125214	0.031303	5.4101 **	0.004
ERROR	20	0.115723	0.005786		
TOTAL	24	0.240936			

C. V. = 2.85 %

* = Significancia (0.05)

** = Significancia (0.01)

NS = No significativo

Tabla 4. Análisis de varianza del diseño completamente al azar (5 trat. Con 5 rep.), para la variable paño de la manzana.

FV	GL	SC	CM	F	F>F
TRATAMIENTOS	4	0.207270	0.051819	1.9828 NS	0.135
ERROR	20	0.522690	0.026134		
TOTAL	24	0.729965			

C. V. = 6.08 %

* = Significancia (0.05)

** = Significancia (0.01)

NS = No significativo