UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Efecto de un Oligómero de Quitosán en la Producción y Calidad de Melón (*Cucumis melo* L.) Aplicado al Suelo.

Por:

ADAN NIEVES BAUTISTA

Tesis

Presentada como Requisito Parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Junio, 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO **DIVISIÓN DE AGRONOMÍA DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

Efecto de un Oligómero de Quitosán en la Producción y Calidad de Melón (Cucumis melo L.) Aplicado al Suelo

Por:

ADAN NIEVES BAUTISTA

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Dr. Margelino Cabrera De la Fuente

Asesor Principal

Dr. Alberto Sandoval Rangel Coasesor

Coasesor

Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera Coordinador de la División de Agronomía

> Saltillo, Coahuila, México. Junio, 2012.

DEDICATORIAS

Esta tesis está dedicada a la clase trabajadora; a nuestros hermanos y hermanas del campo de todo el mundo, en especial a los del color de la tierra, que producen la riqueza del planeta, y sin embargo ven tan poco de ella. Ojala esto lo cambiemos juntos.

A mi alma mater que con su existencia me dio una oportunidad en mi vida, en ella aprendí que el éxito es posible sin perder la dignidad humana, y que los triunfos son posibles con esfuerzo y dedicación. A los maestros que desde su diversidad dejaron en mí desinteresadamente sus conocimientos, actitudes y valores para poder ser un profesionista que revolucione el entorno.

A mi familia por enseñarme que el amor radica en la capacidad de ser libre y enfrentar las consecuencias de mis actos y que los tropiezos de la vida solo son un arma más para llegar al triunfo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por permitirme conocer este mundo: sobre todo por darme la libertad de hacer el mío propio, su amor, atención, consejos y reclamos me han ayudado a llegar a la meta más importante de mi vida. A Gustavo, por su ayuda desinteresada en todo momento.

No se puede pagar lo gratuito, no tiene precio... a mis maestros y maestras de la división, solo me queda compartir esta gratitud. Gracias a todos los maestros de mi alma mater que se esfuerzan por mejorar el mundo desde sus aulas y para todos ellos porque me permitieron encontrar la esperanza dentro de la desesperanza.

Agradezco infinitamente los Doctores: Marcelino Cabrera De La Fuente, Alberto Sandoval Rangel, Rosalinda Mendoza Villareal y a Eduardo Bañuelos Herrera por su sabiduría, tiempo, aportes y entusiasmo para que este trabajo fuera posible.

A mi pareja y a Benjamín por ser una razón para encontrar aliento ante las vicisitudes de la vida.

A mis compañeros del Porfirio 8, a Navarrete, Euclides, Arnulfo y Karla que fueron parte del éxito obtenido en mi Alma Mater, tuvimos una gran fraternidad y están conscientes de que tienen el mismo deber de triunfar y cambiar su entorno para bien propio y de nuestro país.

RESUMEN

Con el propósito de determinar el efecto del quitosán aplicado al suelo sobre el rendimiento y calidad en melón reticulado. Se realizó este experimento en el departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo abril-julio. Se evaluaron siete tratamientos 1). 0.0 ml.L⁻¹, 2). 5.0 ml.L⁻¹, 3). 10.0 ml.L⁻¹, 4). 15.0 ml.L⁻¹, 5). 20.0 ml.L⁻¹, 6). 25.0 ml.L⁻¹, 7). 30.0 ml.L⁻¹. Cada tratamiento con siete repeticiones. Se evaluó el número de frutos por tratamiento, contenido de vitamina C, peso de los frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial y contenido de sólidos solubles (grados brix).

.

Palabras clave: Quitosán, Suelo, Melón, Producción, Calidad.

ÍNDICE DE TEXTO	Pág.
DEDICATORIAS	
AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	::
RESUMEN	
NDICE DE TEXTO	i\
ÍNDICE DE CUADROS FIGURAS	vi
ÍNDICE DE APÉNDICE	vii
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes del cultivo	3
2.2 Comportamiento del mercado y producción del melón	4
2.3 Particularidades del cultivo	5
2.4 uso de plásticos para el cultivo de melón en México	6
2.5 Requerimientos edafológicos	7
2.6 requerimientos climáticos	7
2.7 Requerimientos hídricos	8
2.8 Aspectos nutritivos	9
2.9 Principales plagas y enfermedades	10
2.10 Fisiopatías	10
2.11 Cosecha y postcosecha	11
2.12 Valor nutricional	12
2.13 Comercialización	13
2 14 Problemáticas en la producción de melón	14

2.15 El quitosán	14
2.15.1 Usos y funciones del quitosán	15
2.15.2 Función del quitosán en las plantas	16
2.15.3 Uso del quitosán en cultivos agrícolas	16
2.15.4 Actividad Bactericida	16
2.15.5 Actividad fungicida	17
2.15.6 Actividad antiviral	17
2.15.7 Estimulación de crecimiento vegetal	18
2.15.8 Inducción de resistencia	18
III MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Ubicación del experimento	20
3.2 Material vegetal	
3.3 Manejo del cultivo	
3.3.1 Barbecho	
3.3.2 Rastreo	
3.3.3 Trazado de camas	21
3.3.4 Acolchado plástico y sistema de riego	21
3.3.5 Siembra y trasplante	
3.3.6 Riegos	22
3.3.7 Nutrición	22
3.3.8 Plagas y enfermedades	23
3.3.9 Aplicación del quitosán	23
3.4 Variables evaluadas	23
3.4.1 Contenido de vitamina C	23
3.4.2 Número de frutos	24
3.4.3 Peso	24
3.4.4 Diámetro polar	24
3.4.5 Diámetro ecuatorial	24
3.4.6 Sólidos solubles (grados Brix)	25

3.5 Descripción de los tratamientos estudiados	25
3.6 Análisis de datos	25
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Contenido de vitamina C	
4.2 Número de frutos	27
4.3 Peso de los Frutos	28
4.4 Diámetro polar de los frutos	29
4.5 Diámetro ecuatorial de los frutos	30
4.6 Contenido de sólidos solubles (grados brix)	31
V. CONCLUSIONES	32
VI. BIBLIOGRAFÍA	33
VII. APÉNDICE	38

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	Pág
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos del experimento	. 25
Figura 1. Comportamiento de las medias para la variable contenido de vitam de los frutos del cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán suelo	en el
Figura 2. Comportamiento de las medias para la variable número de fruto cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo	
Figura 3. Comportamiento de las medias para la variable peso de los frutos cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo	
Figura 4. Comportamiento de las medias para la variable diámetro polar of frutos del cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo	
Figura 5. Comportamiento de las medias para la variable diámetro ecuatorial of frutos del cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo	
Figura 6. Comportamiento de las medias para la variable sólidos solubles (g brix) de los frutos del cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán suelo	en el

,		,	
INDICE	F DF	ΔΡΕΝΙ	DICE

	٤.	_	
М	а	a	
-		J	ľ

Apéndice 1. Comparación de Medias en contenido de vitamina C de los frutos, en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo38
Apéndice 2. Comparación de Medias del número de frutos en el cultivo de melór mediante aplicaciones de quitosán en el suelo
Apéndice 3. Comparación de Medias del peso de los frutos en el cultivo de melór mediante aplicaciones de quitosán en el suelo
Apéndice 4. Comparación de Medias del diámetro polar de los frutos en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo40
Apéndice 5. Comparación de Medias del diámetro ecuatorial de los frutos en e cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo40
Apéndice 6. Comparación de Medias de sólidos solubles (grados brix) de los frutos en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo41
Apéndice 7. Análisis de varianza para la variable contenido de vitamina C de frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán41
Apéndice 8. Análisis de varianza para el número de Frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán
Apéndice 9. Análisis de varianza para peso de los frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán42
Apéndice 9. Análisis de varianza para peso de los frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán

Apéndice 11. Anális	sis de	varianza	de	diámetro	ecuatorial	de	frutos	de	Melón
obtenidos mediante A	plicac	iones de C	Quito	osán					43
Apéndice 12. Análisi	s de v	arianza p	ara	Grados br	rix de frutos	s de	Melón	obt	tenidos
mediante Aplicacione	s de C	uitosán							43

I.- INTRODUCCIÓN

El melón mexicano es una hortaliza que ha mantenido su participación en el mercado internacional por su calidad. Este producto representa una fuerte derrama económica para su manejo, cosecha y empaque. Es uno de los principales productos agropecuarios en el renglón de captación de divisas (Claridades agropecuarias. 2000).

El melón contiene agua en un 90%, fibra dietética, energía, proteína, vitaminas y minerales. Se consume fresco en rebanadas, cubos o en cocteles combinado con otras frutas como papaya y sandía, jugos y licuados con leche y en helados (Claridades agropecuarias. 2000).

Las principales variedades son las de tipo Cantaloupe, conocido como chino, rugoso o reticulado y en menor proporción las de tipo liso, donde destacan la variedad Honey dew conocida como melón amarillo o gota de miel (ASERCA 2000).

La producción de melón en nuestro país es destinado para abastecer tanto el mercado nacional, así como de exportación. Durante los últimos setenta y cinco años el melón mexicano, ha mantenido su participación en el mercado internacional debido a su alta calidad.

Algunas de nuestras regiones productoras han logrado tal nivel de especialización, que obtienen rendimientos más altos que los que logran países que producen y exportan mayores volúmenes. De hecho los cinco principales estados productores de melón en México son; Coahuila, Chihuahua, Durango, Guerrero y Michoacán tienen rendimientos superiores a ese promedio (ASERCA 2000).

La búsqueda de materiales menos agresivos con el ambiente y principalmente con la agricultura es una tarea continua en todas las aéreas del quehacer humano debido a los altos niveles de contaminación presentes en todo el planeta. En la agricultura este trabajo es doblemente complicado porque, por un lado se deben producir materiales que logren su efecto específico en la planta o en sus productos,

mientras que por el otro, se necesita que estos se eliminen sin efectos perturbadores en el medio ambiente. Adicionalmente en los sistemas agrícolas es necesario garantizar que los diversos agroquímicos utilizados como biocidas, estimuladores de crecimiento, fertilizantes, etc., no produzcan efectos perjudiciales como la inducción de resistencia en enfermedades. Se estima que muchas enfermedades actuales se producen por las causas anteriores (Lárez, 2006)

El uso de agroquímicos de origen natural podría ser una solución satisfactoria a la problemática anterior. Las propiedades antimicrobianas del quitosán son conocidas por el hombre desde la antigüedad. En un principio, no se conocía la relación entre dichas propiedades y la composición química de estos materiales. El uso del quitosán en actividades agrícolas es mucho más reciente pero, a pesar de ello, puede considerarse hoy en día abundante y en aumento (Goodman, 1989).

1.1 Objetivo General

Determinar el efecto del quitosán aplicado al suelo sobre el rendimiento y calidad en melón reticulado.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar el efecto del quitosán sobre el peso y número de frutos por planta en el cultivo del melón.

Determinar los parámetros de calidad que mejoran con la aplicación de quitosán.

1.3 Hipótesis

La aplicación de quitosán al suelo influye de manera directa sobre el rendimiento en producción y calidad en melón.

II.- LITERATURA REVISADA

2.1 Antecedentes del Cultivo

África es considerado el centro de origen del melón, por la gran cantidad encontrada de especies silvestres de *Cucumis* con número cromosómico n=12, siendo diploides todas las formas cultivables, además de la presencia de plantas silvestres de *Cucumis melo* en el este de África tropical y en el sur del desierto del Sahara, sin embargo otros autores señalan que es originario del este de Asia, por los descubrimientos arqueológicos del Valle Harapan en la India con vestigios de semillas que datan de unos 2500 ó 2000 años antes de Cristo, aunque la mayoría de los autores se inclinan hacia un origen africano (Hernández, 2003).

El cultivo de melón pertenece a la familia de las cucurbitaceae su nombre científico es Cucumis melo L. Es una planta anual herbácea, de porte rastrero o trepador, algunas veces supera el metro de sus ramas. Cuenta con un sistema radicular abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo, en ocasiones llega a superar el metro de profundidad. En cuanto al tallo están recubiertos de formaciones pilosas y presenta nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas, pudiendo ser rastrero o trepador, ayudado por sus zarcillos. Las hojas normalmente son vellosas principalmente por el envés, son de tamaño y forma muy variado, presenta limbo orbicular a ovalado, reniforme o pentagonal, divido en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados. En cuanto a las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las femeninas y hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas. El nivel de elementos de fertilizantes influye en gran medida sobre el número de flores masculinas, femeninas y hermafroditas así como sobre el momento de su aparición. La polinización es entomófila. El fruto presenta formas variables (esférica, elíptica, ovalada, etc.); la corteza de color verde, amarillo, anaranjado, blanco, etc., puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. La placenta

contiene las semillas y puede ser seca, gelatinosa o acuosa, en función de la consistencia. Resulta importante que sea pequeña para que no reste pulpa al fruto y que las semillas estén bien situadas en la misma para que no se muevan durante el transporte (Rico. J, 1986).

2.2 Comportamiento del Mercado y Producción del Melón

El principal país productor de melón en el mundo es China con el 63% de la producción mundial, una producción de más de 14 millones de toneladas al año, mientras que Estados Unidos produce más de un millón de toneladas y México se encuentra en el onceavo lugar. Turquía y la República Islámica de Irán poseen cada uno el 7% y 5%, respectivamente, de la producción mundial; Turquía produce 1,700,000 toneladas en una superficie de 115,000 hectáreas, lo cual lo coloca como el segundo productor mundial de este producto, mientras que España produce un poco más de un millón de toneladas, en una superficie 38,000 hectáreas (http://apps.fao.org/faostat).

Durante el lapso de 1995 a 2005, México exporto 1,747 miles de toneladas de melón.

El comportamiento de las exportaciones tuvo una TMAC (Tasa Media Anual de Crecimiento) de -10% en el periodo de referencia, dejándose de exportar 95 millones de toneladas en 2005.

De 2001 a 2005, se exportó a los Estados Unidos el 71% de melón Honey Dew; en tanto que el 28% se canalizó a Japón y el 1% restante a Canadá y España.

Similar comportamiento presentó la variedad denominada Cantaloupe, ya que durante el lapso ya referido, 94% de la producción de éste se destinó a Estados Unidos; el 5% a Japón, Canadá y Suecia (SAGARPA, 2012).

2.3 Particularidades del Cultivo

La preparación de suelo en el cultivo del melón es la primera labor a considerar para lograr el éxito del cultivo, una buena preparación de suelo es el resultado de varias operaciones de campo con maquinarias y e implementos especializados de tal manera que como resultado se obtenga una zona mullida que facilite el arraigamiento de las raíces del cultivo y asegure una gran capacidad de almacenamiento de agua y oxígeno, además, favorece la actividad de los organismos que viven en el suelo (Claridades agropecuarias. 2000).

Los marcos de plantación en México son de: 1.8 metros por 0.30 metros teniendo así 18000 plantas por hectárea, de 1.8 metros por 0.35 metros se logra una densidad de plantación de 15800 plantas por hectárea, de 1.8 metros por 0.40 metros se obtiene una densidad de plantación de 14000 plantas por hectárea (http://www.sakata.com/uploads/catalog_pdfs/vegetable/2010CatalogSpan.pdf).

Dichas densidades también pueden variar en función de la variedad cultivada reduciéndose a 0.4 plantas por metro cuadrado en el caso de los melones Piel de sapo (http://www.sakata.com).

Para la siembra se puede elegir entre un sistema u otro dependiendo de la época de cultivo, pero para producciones precoces estamos obligados a realizar la siembra en semillero debido a la limitación de la temperatura del suelo en los meses de diciembre a febrero.

Para la siembra directa la temperatura mínima del suelo debe ser de 16℃, colocando una semilla por golpe que se cubre con 1,5-2 cm de arena, turba o humus de lombriz.

Cuando se realiza la siembra en semillero, el trasplante se realiza a las 6-7 semanas, con al menos la primera hoja verdadera bien desarrollada, aunque el óptimo sería que tuviera dos hojas verdaderas bien formadas y la tercera y cuarta mostradas (Alvarado, P. 2008).

2.4 Uso de Plástico para el Cultivo de Melón en México

En el uso de acolchado cubre el suelo generalmente con una película de polietileno negro de unas 200 galgas, con objeto de: aumentar la temperatura del suelo, disminuir la evaporación de agua, impedir la emergencia de malas hierbas, aumentar la concentración de CO2 en el suelo, aumentar la calidad del fruto, al eludir el contacto directo del fruto con la humedad del suelo. Puede realizarse antes de la plantación, o después para evitar quemaduras en el tallo (Alvarado, P. 2008).Las ventajas de la cubierta plástica en la producción de melón: 1) aumenta la temperatura del suelo entre 4.5° y 11℃, 2) incr ementa y mantiene la capacidad de almacenar agua en el suelo, 3) reduce y ayuda a eliminar algunas malezas del suelo y 5) reduce la filtración de fertilizantes y plaguicidas debajo de la cama. Como las películas incrementan la temperatura y la humedad del suelo, y mantienen el suelo en buenas condiciones de labranza, es recomendable sembrar o trasplantar las plántulas entre 2 y 5 días después de la aplicación de la película en el campo Cuanto más grueso sea el plástico (mayor calibre), más tiempo puede pasar en el campo. En cuanto al color del plástico, las plantas del melón producen más y con más rapidez en verde, azul o plateado, comparado con plástico negro. Además, una película plateada también repele áfidos (http://www.centa.gob).

La colocación se puede realizar en forma Manual o Mecánica. Para la aplicación manual, la película una vez asegurada en la cabecera, dos operarios (uno a cada lado del rollo, sosteniendo un caño previamente atravesado a través el cono del rollo) avanzan caminando por los surcos con el rollo de polietileno desplegándolo sobre el camellón previamente confeccionado, mientras dos operarios van detrás fijando los bordes de la película aportando tierra con una pala. En caso de aplicarlo después de plantado el cultivo, la tarea se realiza a los 20 días de trasplante, luego de apoyada la película sobre el cultivo uno o dos operarios van pisando descalzos entre las plantas, con lo que queda marcada la ubicación de esta, y sobre ella se desgarra el polietileno, se levanta y acomoda el follaje. Con la aplicación mecánica

se realiza con un implemento mecánico acoplado al tractor, dicho implemento formará el camellón y tenderá el film sobre él, para luego fijar los bordes con la sucesión de una rueda que presiona y una reja que aporta suelo a ambos lados (http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/produccion/Acolchado%20Plastico.pdf).

2.5 Requerimientos Edafológicos

No son especies muy exigentes en suelo, aunque los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad se obtienen en suelos con alto contenido de materia orgánica, profundo, aireado y bien drenado. Requieren un pH entre 6 y 7. Son plantas extremadamente sensibles a problemas de mal drenaje. Son moderadamente tolerantes a la presencia de sales tanto en el suelo como en el agua de riego. Valores máximos aceptables son: 2,2 dS.m⁻¹ en el suelo y 1,5 dS.m⁻¹ en el agua de riego (Giaconi, M. 2004).

Es muy sensible a las carencias, tanto de microelementos como de macroelementos principalmente calcio.

2.6 Requerimientos Climáticos.

Alvarado, P., (2008), señala que el melón es una especie de climas cálidos y secos. No prospera adecuadamente en climas húmedos con baja insolación, y se producen fallas en la maduración y calidad de los frutos.

La humedad relativa óptima para el desarrollo de las plantas es de 65% - 75%, para la floración, 60% - 70% y para la fructificación, 55% - 65% (Rico. J, 1986).

El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor está influido por la temperatura y las horas de luz. Días largos y altas temperaturas favorecen la formación de flores masculinas y días cortos y temperaturas moderadas favorecen la formación de flores femeninas (Rico. J, 1986).

Las temperaturas críticas para el cultivo del melón en distintas fases de desarrollo son; por ejemplo en caso de helada cuando la temperatura está a 1° C, la planta detiene su crecimiento cuando la temperatura del aire se encuentra entre $13 - 15^{\circ}$ C y en el suelo $8-10^{\circ}$ C. Para la germinación se debe t ener 15° C como mínima, la óptima se encuentra entre $22-28^{\circ}$ C y como máxima 39° C. Durante la floración se deben tener $20-23^{\circ}$ C como optimo, en el desarrollo $25-30^{\circ}$ C y en la maduración de frutos 25° C como mínima (Giaconi M. y Escaff G . 2004).

2.7 Requerimientos Hídricos

El método de riego que mejor se adapta a los cultivos tecnificados de melón es el de riego por goteo, puesto que las cucurbitáceas en general son muy sensibles a los encharcamientos, y además permite agregar la fertilización en la cantidad requerida a lo largo del cultivo (Cortes S., 2008).

Para comprender los requerimientos de agua del melón, es necesario manejar con claridad dos conceptos fundamentales: uso consumo y tasa de riego. El uso consumo corresponde a la cantidad neta de agua que el cultivo requiere para producir sin limitaciones. La tasa de riego en la práctica, el uso consumo corresponde a la evapotranspiración del cultivo, es decir al agua usada por la planta en transpiración, crecimiento y aquella evaporada directamente desde el suelo adyacente. Se mide normalmente en mm de altura de agua por unidad de tiempo que puede ser día, mes o período de cultivo (Cadahia, C. 2005).

Cortes S., (2008) indica en que la necesidad de agua en un cultivo de melón con un ciclo de 90 días ronda alrededor de 5000 m^3 ha⁻¹, en el riego debe ser ajustada según las condiciones de suelo, la evapotranspiración diaria, la eficiencia del riego y la calidad del agua empleada.

2.8 Aspectos Nutritivos

La fertilización racional es una aproximación razonada al establecimiento de normas de fertilización. Estas normas están fundamentadas en los principios de la nutrición de los cultivos y en la dinámica de los nutrientes en el suelo (Rodríguez et al. 2001).

La fertilización razonada tiene como objetivo principal establecer una estrategia de manejo integral de la fertilización que permita elevar y mantener el estado nutricional de los suelos en forma económica y así alcanzar una nutrición óptima de los cultivos sin afectar la sustentabilidad del sistema (Guerrero, A. 1996).

Para definir un plan de fertilización, en el cultivo de melón es necesario conocer el tipo y la cantidad de nutrientes que requiere el cultivo, el momento del ciclo en el que lo necesita y el estado del suelo al momento de la siembra o plantación (Guerrero, A. 1996).

La mayoría de los trabajos de investigación referidos a nutrientes extraídos por el cultivo del melón coinciden con los siguientes valores: por cada 10 000kg de producción de frutos se deben aplicar, 35 kg de Nitrógeno. 23 kg de pentoxido de fosforo (10kg de fosforo), 60 kg de óxido de Potasio (50kg de Potasio), (Azarbe, 2001).

Antes de la floración la absorción de nutrientes es baja y a partir de ella se produce un gran incremento, el máximo aumento ocurre durante el crecimiento de frutos (Rodríguez, J. 2001).

El Nitrógeno y el Potasio son elementos más absorbidos, seguidos por magnesio, calcio y fósforo.

Entre las principales funciones de estos elementos se encuentran qué; el nitrógeno favorece la emisión precoz de flores fértiles y aumenta el peso de los frutos. El potasio mejora la calidad, principalmente el color, el aroma el contenido de azúcar y provee una mayor resistencia de enfermedades. En cuanto al fósforo produce un anticipo y un mayor número de flores por planta. En cuanto al calcio, determina la

calidad y las cualidades organolépticas de los frutos. El magnesio incide sobre el número de flores hermafroditas (Rodríguez, J. 2000).

2.9 Principales Plagas y Enfermedades

Mosca blanca (bemisa tabaci) y Trips (Frankliniella occidentallis). Son las plagas que más dañan al cultivo del melón. Los daños directos son amarillamiento y debilitamiento de las plantas son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la malaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas (IMPPA-AFIPA.2005).

Las enfermedades que más afectan al cultivo son: Oídio de las cucurbitáceas (*Sphaeroteca fuliginea*), *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis y* Chancro gomoso del tallo (*Didymella bryoniae*), (Blancard, D., Lecoq,H. y Pitrat, M. 2000).

2.10 Fisiopatías

Las fisiopatías son carencias o excesos de factores ambientales, en el melón las principales fisiopatías son: Deformación de frutos; estos pueden tener su origen por una mala polinización, un estrés hídrico, incorrecta utilización de ciertos fitorreguladores empleados para mejorar el engorde y el cuajado del melón, deficiente fecundación por inactividad o insuficiencia de polen, condiciones climáticas adversas, etc. Por otra parte el golpe de sol es ocasionado como consecuencia de la incidencia directa de los rayos del sol asociada a las altas temperaturas. Otra de las fisiopatías más conocidas es el rajado de frutos que se produce principalmente de forma longitudinal. Está provocado por desequilibrios de la humedad ambiental o del riego (exceso de agua o estrés hídrico en las fases previas a la maduración final), por cambios bruscos de la CE de la solución nutritiva, normalmente por ser muy baja en los momentos de la maduración, o por

mantener el fruto maduro demasiado tiempo en la planta. Se presenta también mancha en los frutos, son más evidentes en melones de "tipo amarillo", presentando manchas marrones dispersas por la superficie del fruto que tienen su origen en condiciones de elevada humedad relativa, en quemaduras ocasionada por los tratamientos fitosanitarios, o depósitos de polen. El aborto de frutos recién cuajados se produce debido a una carga excesiva de frutos, una falta de nutrientes y de agua, o ambas causas (http://www.infoagro.com).

2.11 Cosecha y Postcosecha

La madurez de cosecha es clave para lograr una vida útil prolongada con frutos maduros de buena calidad. El índice de cosecha para estas frutas varía según la variedad, es así como en melón cantaloupe deben presentar un color superficial verde-amarillo, un reticulado bien desarrollado y la formación de la zona de abscisión en el pedicelo. Los frutos se cosechan a mano, ya que poseen cáscara tierna que se daña fácilmente durante la cosecha y el acondicionamiento. Por tanto todas las operaciones de manejo deben realizarse cuidadosamente para prevenir daños en la cáscara y pérdida de la calidad visual de la fruta, mayor deshidratación y de podredumbres. Para reducir estos daños físicos es fundamental minimizar el manipuleo de los frutos durante su manejo. Durante la cosecha se pueden utilizar bandas transportadoras que recojan el producto (Kader, A. 2002)

En el municipio de Tuzantla, Michoacán, los melones cantaloupe pueden cosecharse en sacos de arpilla y luego se depositan a granel dentro de contenedores, aunque también se embalan directamente en campo para minimizar el daño mecánico. Kader, A. (2002); afirma que la cosecha de melón cantaloupe podría realizarse durante horas de la noche o al amanecer, así las frutas están con su más baja temperatura. La ventaja de ésta práctica es reducir el tiempo y el costo del enfriamiento de los productos y puede dar como resultado un enfriamiento mejor y más uniforme.

El envasado en forma centralizada da como resultado productos con una calidad más uniforme, habitualmente los frutos se depositan en un contenedor pequeño y se traspasan a uno más grande, el cual se vacía sobre la línea de selección. Los camiones que transportan la fruta desde el campo deben estacionarse en áreas techadas para evitar que el producto se caliente o se queme por el sol. Los productos pueden descargarse manualmente, en seco en una plataforma inclinada y acolchonada o en bandas transportadoras, o descargarse en tanques con agua corriente (clorada y limpia) para reducir daños físicos. Esta operación puede tener dos tanques separados por un sistema de aspersión de agua limpia para mejorar la sanidad del producto (Lucier, G. y A. Gerardo, 2007).

En la zona productora del municipio de Tuzantla, Michoacán. Se envasan en cajas y se clasifican por el tamaño y pueden ser de cuatro frutos que son normalmente los de mayor diámetro.

2.12 Valor Nutricional

El valor nutricional del melón en 100g de producto comestible es de: Agua 92.2g, proteínas 0.7g, lípidos 0.1g, carbohidratos 7.5g, calorías 30 Kcal, vitamina A 3400 U.I, vitamina B1 0.04mg, vitamina B2 0.03mg, vitamina B6 0.036mg, acido nicotínico 0.6mg, ácido pantoténico 0.26mg, vitamina C 33mg, sodio 12mg, potasio 230mg, calcio 14mg, magnesio 0.04mg, hierro 0.4mg, cobre 0.04mg, fosforo 16mg, azufre 12mg, cloro 41 mg (http://www.infoagro.com).

2.13 Comercialización

En 1994 entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de México con Estados Unidos y Canadá (TLCAN) donde se negoció la desgravación arancelaria gradual, en algunos casos, y en otros inmediata, de todos los productos del sector agropecuario y forestal (DOF, 1993). Dentro del grupo de frutas y hortalizas el melón era el producto más gravado (Málaga, 1997) con aranceles de entre 20% y 32% dependiendo de la estación del año.

En los años 2000, 2001 y 2002 la exportación de melón cantaloupe de México a Estados Unidos y Canadá se vio afectada por la asociación de su producción con problemas fitosanitarios, específicamente contaminación con la bacteria *Salmonella*. El primer caso documentado se dio entre los meses de Marzo y Abril del año 2000 donde se vieron afectadas 47 personas que consumieron melón contaminado con *Salmonella poona* procedente del sur de México, lo que originó un cierre de fronteras específico para el broker (de Arizona) y la unidad agrícola donde se produjo el melón. Durante el Otoño la FDA visitó el lugar e hizo recomendaciones específicas para reducir las posibilidades de contaminación (Anderson et al., 2002).

El 28 de Octubre del 2002 la FDA emitió una alerta de importación (cierre de fronteras) contra todos los melones cantaloupe provenientes de México (FDA, 2002). El 4 de Noviembre de 2002, Canadá emitió una alerta similar para todos los melones cantaloupe Mexicanos (CFIA, 2002).

En el 2005, a través de un memorando de entendimiento entre México (SENASICA) y Estados Unidos (FDA) la frontera se vuelve a abrir a los melones mexicanos, pero esta vez condicionados a una certificación de inocuidad. Esta certificación incluye la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) y de manejo (BPM), (Anderson et al., 2002).

Para la comercialización del melón en la actualidad hay que tener en cuenta el tipo de melón y el mercado al que va dirigido ya sea nacional o de exportación, además de que en algunos mercados existen requisitos que hay que cumplir,

principalmente son el tamaño del fruto el contenido de grados brix, presentación del producto, etc., (<u>www.infoaserca.gbo.mx</u>).

2.14 Problemáticas en la Producción de Melón

Los cambios en la superficie entre estados de México se pueden deber a factores derivados de la competitividad. Los estados de Michoacán y Sinaloa son las regiones más antiguas como productoras de melón. Debido a ello y a la falta de la realización y adecuadas practicas fitosanitarias los problemas de plagas y enfermedades han ido aumentando, para cuyo control se han incrementado los costos de producción, afectándose también la cantidad y la calidad del producto obtenido lo cual ha ido estrechando los márgenes de rentabilidad. En cambio, los estados de California y Sonora son áreas relativamente nuevas en la producción de este cultivo, se obtienen buenos rendimientos, buena calidad de fruto y los problemas de plagas y enfermedades son menores con relación a los estados arriba citados (Cuéllar, D. 1997).

En la mayor parte de las regiones productoras de melón en México se han desarrollado los llamados "paquetes tecnológicos". Estos son un conjunto de recomendaciones de tipo técnico para los productores que incluyen aspectos como las fechas de siembra, variedades, número de riegos, fertilización, control de plagas, etc. Estos paquetes tecnológicos se van actualizando a través del tiempo conforme van apareciendo nuevas tecnologías. Esto podría contribuir para combatir la gran problemática que existe en la producción de melón.

2.15 El Quitosán

Muzzarelli, (1974); afirma que el quitosán es también un polisacárido que se encuentra en estado natural en las paredes celulares de algunos hongos; sin embargo, su principal fuente de producción es la hidrólisis de la quitina en medio alcalino, usualmente hidróxido de sodio o de potasio, a altas temperaturas. El quitosán fue descubierto por Rouget en 1859, quien encontró que al tratar quitina con una solución caliente de hidróxido de potasio se obtiene un producto soluble en ácidos orgánicos. Esta quitina modificada, como él la llamó, se tornaba de color violeta en soluciones diluidas de ioduro y ácido, mientras la quitína era verde. Más tarde, en 1894, fue estudiada por Hoppe-Seyler quién la denominó "guitosán".

2.15.1 Usos y Funciones del Quitosán

Dado el gran número de trabajos que existen sobre este versátil material es conveniente realizar una clasificación por área sobre las aplicaciones que se le han ido dando.

Química analítica: aplicaciones se ha empleado en cromatográficas, intercambiadores de iones, absorción de iones de metales pesados y absorción de ácidos, fabricación de electrodos específicos para metales, etc. En la Biomedicina se ha usado en la membrana de hemodiálisis, suturas biodegradables, sustituyentes artificiales de la piel, agente cicatrizante en quemaduras, sistemas liberadores de fármacos, liberación de insulina, transporte de anticancerígenos, tratamiento de tumores (leucemia), control del virus del SIDA, etc. En la agricultura y ganadería se ha utilizado en recubrimiento de semillas para su conservación durante el almacenamiento, sistemas liberadores de fertilizantes, aditivo para alimento de animales, en formulación de pesticidas, etc. También en cosméticos se ha usado en espumas de afeitar, cremas para la piel y el cuerpo. También en Dietéticos se ha empleado para adelgazantes (existe una amplia variedad de productos comerciales que ofrecen el polímero como atrapador de grasas en el estómago). En la industria su ocupa rara papel, textil, alimentaria

(soporte para inmovilización de enzimas en la producción de maltosa, espesante en alimentos, agente de oxidación controlada, agente preservante), (Konovalova, I.2001).

2.15.2 Función del Quitosán en las Plantas

El quitosán llega a los receptores celulares y envía señales del núcleo, señalando respuestas de defensa de la planta, las respuestas de las plantas incluyen: fortalecimiento en la pared celular, producción de enzimas, fitoalexinas y radicales oxidantes que protegen a la célula cuando los hongos patógenos llegan a los focos receptores de las células, evitando que estas penetren las células (Rabea, et al., 2003). En la planta produce un mejor desarrollo radicular, mayor crecimiento de la planta, color verde más intenso, reducción de deshidratación post trasplante, aumenta la presencia de quitinasa, acumulación de suberina y lignina (Rabea, et al., 2003).

2.15.3 Usos del Quitosán en Cultivos Agrícolas

El uso del quitosán en los cultivos agrícolas van en aumento y se ha estado empleando en:

2.15.4 Actividad Bactericida

La carga positiva que se desarrolla en el quitosán en medio ácido (pH <5,5), debido a la protonación del grupo amino presente en cada una de las unidades glucosamina, lo hace soluble en medio acuoso, diferenciándolo de su polímero matriz la quitina y, según Helander., (2001) confiriéndole también mayor actividad biocida.

Los mecanismos de acción por los cuales el quitosán ejerce dicha actividad no han sido dilucidados completamente; sin embargo, hay algunos mecanismos propuestos para explicar acciones específicas, como por ejemplo: Algunas bacterias cargadas negativamente como la *Echerichia coli*, altera significativamente las propiedades de barrera de la membrana exterior del microorganismo (Helander et al., 2001). Algunos autores han propuesto que la formación del complejo poliectrolito bloquea físicamente la membrana celular externa del microorganismo, impidiendo el flujo normal de nutrimentos/desechos, provocando la muerte bacteriana (Chung et al., 2004).

2.15.5 Actividad Fungicida

El quitosán inhibe multitud de especies de hongos exceptuando, o siendo menos efectivo con aquellas que lo poseen en sus paredes celulares (Roller y Covill, 1999), como es de esperar, los hongos que poseen quitosán como componente de sus paredes celulares debería ser menos sensible a la aplicación de dosis razonables de este por dos razones, (a) la presencia natural de quitosán en las paredes celulares no genera efectos adversos para el microorganismo y (b) las interacciones electrostáticas del quitosán añadido, cargado positivamente deberán verse menos favorecidas con paredes celulares que poseen quitosán endógeno que cuando estas poseen material con cargas positivas (Chung et al., 2004).

Existen evidencias de que la sensibilidad de los hongos patógenos hacia el quitosán puede cambiar en los diferentes estadios de su desarrollo. Por ejemplo el trabajo de Liu et al. (2007), se reporta que el quitosán es mejor inhibidor de la germinación de *Penicillium expansum* que la de *Botritis cinérea*, contrariamente a lo que se observó en el crecimiento micelial de estas especies. De manera similar, un estudio reciente ha mostrado que el quitosán es más efectivo sobre los conidios que sobre las hifas de algunos hongos fitopatogenos (Palma-Guerrero et al., 2008).

2.15.6 Actividad Antiviral

Se han publicado algunos trabajos sobre la inhibición que provoca las soluciones de quitosan en enfermedades de plantas provocadas por virus y viroides (Chirkov, 2002). Se obtuvieron resultados del control para el virus de la necrosis del tabaco (VMT), virus del mosaico del pepino y el virus X de la papa (Pospieszn et al., 1991).

Por otra parte, se ha reportado la inhibición de la enfermedad causada por inoculación de hojas de tomate con un viroide que afecta la papa (Potato spindler tuber viroid), cuando estas fueron tratadas con soluciones de quitosán (Pospieszny 1997).

2.15.7 Estimulación de Crecimiento Vegetal

En términos generales, la aplicación de quitosán ha mostrado efectos positivos en el crecimiento de las plantas, tanto en la estimulación de germinación de las semillas como en el crecimiento de las partes de la planta como raíces, brotes y hojas. En algunos casos se ha observado que la estimulación de la germinación de semillas por tratamiento con quitosán ha logrado elevar el porcentaje de germinación a los niveles requeridos para la certificación (Bhaskara et al., 1999).

Los efectos benéficos del quitosán se han observado en plantas florales principalmete de corte (Wanichpongan et al., 2001) y en plantas de cosecha (Chibu y Shibayama, 2001).

Un estudio más reciente, relacionado con el crecimiento de tejidos vegetales, ha mostrado que el origen del quitosán es un aspecto importante ya que el quitosán procedente de hongos necesitaron de dosis menores para la inducción de la diferenciación de tejidos de plantas de orquídeas que los oligomeros procedentes de caparazones de camarones (Nge et al., 2006).

2.15.8 Inducción de Resistencia

Desde hace tiempo se ha comprobado que el quitosán induce reacciones de defensa en algunas plantas (Pearce y Ride, 1982), sensibilizándolas para responder más rápidamente al ataque de patógenos. Entre las sustancias cuya inducción se ve favorecida por la presencia de quitosán, así como también muchos de sus derivados incluyen proteínas relacionadas a la patogénesis.

Un factor importante a considerar en el uso del quitosán como inductor es, además del peso molecular, su grado de acetilación ya que completamente desacetilados no inducen respuestas defensivas en la mayoría de los sistemas donde han sido ensayados; los resultados con materiales parcialmente acetilados son muchas veces dependientes del sistema estudiado, pero en general éstos actúan como excelentes inductores, lo que ha llevado a pensar en mecanismos de inducción diferentes (Lee et al., 1999), por esta razón, se ha pensado que la actividad del quitosan como inductor reside en sus regiones acetiladas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Experimento.

El experimento se realizó en los espacios de prácticas agrícolas en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro durante el periodo abril-julio. Con ubicación geográfica de 24´23´´ latitud Norte y 101´00´´ longitud Este y con una altura media sobre el nivel del mar de 1743 metros.

3.2. Material Vegetal

El material empleado para este experimento fue de la Variedad cantaloupe de tipo "oro duro", con tamaño y peso de fruto 36' (0.9 Kg.), 27' (1.5 kg.), la cascara es de red completa y densa, en el interior es de color naranja salmón intenso y de pulpa rígida, resistente a cenicilla polvorienta razas 1 y 2. Fusarium 0 y 2, uniformidad de frutos con tamaños comerciables (http://www.sakata.com).

Oro Duro es un melón de tamaño medio a grande de maduración intermedia. Este híbrido ofrece una excelente red gruesa, color de pulpa intenso y cavidad de semilla pequeña y cerrada. Los frutos son consistentemente de alto contenido de azúcar, dando esta característica en diversidad de condiciones climáticas y de manejo. Las guías son grandes y vigorosas; adecuado a regiones donde es difícil desarrollar la planta y obtener uniformidad de fruto con tamaños comerciales (http://www.sakata.com).

3.3 Manejo del Cultivo

3.3.1 Barbecho

El suelo estaba en condiciones de compactación, además de estar lleno de malezas por lo tanto se tuvo que limpiar y posteriormente se procedió al barbecho, esta actividad se realizó con un tractor, con la finalidad de remover el terreno y exponerlo a la intemperización. Realizándose a una profundidad de 30 a 40 cm un mes antes de la siembra.

3.3.2 Rastreo

Consistió en destruir los terrones y tener una mejor cama de siembra para proporcionar una mejor germinación de la plántula y desarrollo de la raíz. Se realizaron 2 pasos de rastra y así obtuvimos un suelo bien mullido libre de terrones que pudieran afectar las labores siguientes.

3.3.3 Trazo de Camas

Las camas de siembra se realizaron de forma mecánica (surcadora) los surcos se trazaron a una distancia entre ellas de 1.5 metros y de 30 metros de largo. Fue necesario nivelar los surcos de manera manual para favorecer la colocación del plástico.

3.3.4 Acolchado Plástico y Sistema de Riego

Se utilizó el plástico negro de 2 metros de ancho, calibre 80, liso y se realizaron las perforaciones a cada 40 cm, se procedió a colocar el plástico de forma manual acompañado de la cintilla de riego.

3.3.5 Siembra y Trasplante

La siembra se realizó el 14 de abril del 2011, en charolas de 40 cavidades colocando una semilla por cavidad, cabe señalar que se tuvo el 100% de germinación y emergencia de las plántulas, posteriormente se realizó el trasplante el día 10 de marzo del mismo año, dicha actividad se hiso durante la tarde para no tener problemas de estrés en las plantas.

3.3.6 Riegos

El sistema de riego que se utilizó fue por goteo siendo este al que mejor se adapta en el cultivo de melón. Se utilizó una cintilla de tipo PT16-0610500-30 con distancia de salidas de 20cm y una tasa de flujo 5 LPH/m, también se utilizaron 50 metros lineales de tubo PVC de 2 pulgadas para la línea principal de riego, posteriormente fue perforado con un taladro para conectar las cintillas al tubo.

3.3.7 Nutrición

Para la nutrición se utilizó el criterio de: por cada 10 000kg de producción de frutos se deben aplicar, 35 kg de Nitrógeno. 23 kg de pentoxido de fósforo (10kg de fósforo), 60 kg de óxido de Potasio (50kg de Potasio), (Azarbe, 2001).

Las fuentes de fertilizantes que se emplearon fueron MAP (fosfato monoamonico), nitrato de calcio y triple 18. Se aplicaron por el sistema de riego 2 veces por semana.

3.3.8 Plagas y Enfermedades Presentadas en el Cultivo

Las plagas que se presentaron durante las diferentes etapas fenológicas fueron; pulgón verde, mosquita blanca, los cuales fueron controlados con aplicaciones de imidacron con 0.5g por litro.

El minador de la hoja fue la plaga que más daños severos ocasionó, dicha plaga se presentó desde las charolas por lo cual se realizaron aplicaciones de abamectinas en dosis de 0.7 ml·L antes de llevarlos a plantación.

En cuanto a las enfermedades no se presentaron problemas durante todo el ciclo del cultivo.

3.3.9 Aplicación del Quitosán

Se utilizó el oligómero de quitosán con un peso molecular de 12,000 aplicándose al suelo una vez por semana.

3.4 Variables Evaluadas

3.4.1. Contenido de Vitamina C

Para determinar el contenido de vitamina C se realizó el siguiente experimento:

- 1. Se pesaron 20 g de muestra y se colocaron en un mortero.
- 2. Se trituró cuidadosamente con 10 ml de HCl al 2%
- 3. Se añaden 100 ml de agua destilada y se homogeniza.
- 4. Se filtró el contenido del mortero a través de una gasa, recibir el filtrado en un matraz Erlenmeyer y se midió el volumen.
- 5. Se tomaron 10 ml del filtrado y se pusieron en otro matraz Erlenmeyer.
- 6. Con la bureta se midió un volumen conocido de reactivo de Thielman.

- 7. Se tituló la alícuota hasta la aparición de una coloración rosa que no desaparezca durante 30 segundos y se tomó la lectura en mililitros gastados del reactivo de Thielman.
- 8. Se hizo el cálculo de vitamina C con la siguiente Formula:

$$Vit. C = \frac{\text{ml gastados x 0.088 x vol.total x 100}}{\text{peso muestra x 10 ml}}$$

3.4.2 Número de Frutos

Para el número de frutos se hizo la recolección manual, anotando el número de frutos que se recolectaron en cada corte por planta y por tratamiento. Los frutos se clasificaron de acuerdo al tratamiento en cajas para tener un control de la cantidad de frutos de cada tratamiento.

3.4.3 Peso

Los frutos se pesaron de acuerdo al tratamiento y anotando los datos correspondientes para cada tratamiento, los frutos fueron colocados en una báscula digital de la marca Tor rey con una capacidad de 5 kg.

3.4.4 Diámetro Polar

Se tomaron las medias del diámetro polar de cada una de los frutos con una cinta métrica de 1m, reportando los resultados en centímetros.

3.4.5 Diámetro Ecuatorial

Se tomaron las medidas ecuatoriales de cada uno de los frutos con una cinta métrica de 1m, reportando los resultados en centímetros.

3.4.6 Sólidos Solubles (grados brix)

Para la determinación de sólidos solubles (grados brix) se utilizó un refractómetro manual debidamente calibrado, se colocó una gota de jugo de melón cerrando la tapa del refractómetro de tal manera que cubra la superficie del prisma, se tomó la lectura directamente en la intersección de los campos y reportándolos como Brix. Se limpió el prisma utilizando un kleenex para cada muestra con la finalidad de que no se contaminaran las siguientes muestras y no alterar los resultados.

3.5 Descripción de los tratamientos estudiados

El experimento se estableció bajo un arreglo de tratamientos completamente al azar, los tratamientos estudiados se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos del experimento.

Tratamiento	Dosis de quitosán ml·L
T1(Testigo)	Sin aplicación
T2	5ml
T3	10ml
T4	15ml
T5	20ml
T6	25ml
T7	30ml
T6	25ml

3.6 Análisis de datos

El análisis de varianza se realizó con un arreglo completamente al azar, para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SAS, además de realizar la prueba de comparación de medias mediante la metodología de Tukey (α =0.05).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Contenido de Vitamina C

Los resultados para la variable en la determinación de vitamina C muestran que hay deferencia significativa entre los tratamientos, por lo que muestran las siguientes tendencias.

Los resultados encontrados indican que ninguna de las dosis aplicadas en relación al testigo muestra incremento el contenido de vitamina C, sin embargo destaca el tratamiento 5 como el que más se le acerco con una cantidad de 18.04 en el cual el tratamiento se aplicó 20 ml de quitosán por litro de agua. El tratamiento 2 fue el que menos contenido de vitamina C obtuvo. Se puede atribuir que en cuanto al contenido de vitamina C está relacionado con el contenido de fosforo ya que una carencia de este macroelemnto presenta insuficiencia de transportes asimilados y de agua. Además menciona que en primavera- verano, en las que las condiciones ambientales son más favorables los contenidos de vitamina C son casi el doble que el cultivo en otoño (Westony Barth, 2004).

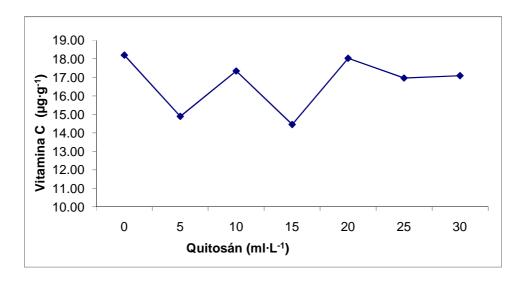


Figura 1. Comportamiento de las medias con su respectivo error estándar para la variable contenido de vitamina C aplicando diferentes dosis de quitosán.

4.2 Número de Frutos

Los resultados para la variable número de frutos, indican que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo muestran las siguientes tendencias. En los resultado indican que el tratamiento de 15ml·L de agua, fue superior al testigo en un 21.5% mientras que el tratamiento de 30ml·L de agua fue el que tuvo el valor más bajo que el testigo. Estos resultados pueden atribuirse a que según Bhaskara (1999), la aplicación de quitosan muestra efectos positivos en el número de frutos de las plantas, por la estimulación de órganos como brotes y hojas. Por lo que entre más guías tendremos en el caso del melón un incremento en formación de frutos.

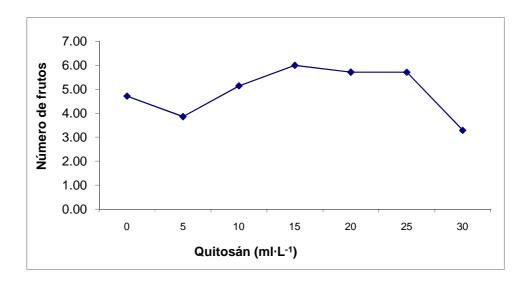


Figura 2. Comportamiento de las medias de los tratamientos para la variable número de frutos aplicando diferentes dosis de quitosán.

4.3 Peso de los Frutos

Los resultados para la variable en la determinación en peso de frutos muestran que no hay deferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo muestran las siguientes tendencias.

Los resultados encontrados en cuanto al peso de los frutos muestran que en el tratamiento de aplicación con 30ml·L de agua, es igual al testigo, destacando que los demás tratamientos están por debajo del testigo, siendo el tratamiento de 2 que fue aplicación de 5ml·L de agua que mostró el valor más bajo en un 8.22% respecto al testigo. Sin embargo Devlieghere *et al.*, (2004) dice que la aplicación de quitosán disminuyen las pérdidas de peso por transpiración, la respiración disminuye lentamente, aunque inicialmente se observa un incremento de la misma que se le atribuye al estrés por otros factores.

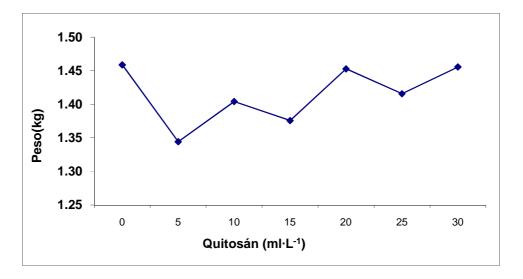


Figura 3. Comportamiento de las medias de los tratamientos para la variable de peso de frutos aplicando diferentes dosis de quitosán.

4.4 Diámetro Polar de los Frutos

Los resultados para la variable en la determinación en diámetro polar de los frutos muestran que no hay deferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo muestran las siguientes tendencias. Los resultados encontrados en la variable de diámetro polar de los frutos muestran que, ninguno de los tratamientos fueron superiores al testigo, sin embargo el tratamiento que más se le acercó fue la de 10ml de quitosán por litro de agua con 45.72 cm, en cambio con las aplicaciones del tratamiento 7 que se aplicaron 30ml de quitosán por litro de agua obtuvo el valor 44.69 cm más bajo con respecto al testigo. Se puede atribuir a que los diámetros fueron menores debido al mayor número de frutos que se obtienen sin aplicación de quitosán. Costa y Vizzonto, (2010) dice que los frutos son los órganos que más demandan carbohidratos, el efecto de la competencia entre órganos se nota más claro al final del ciclo del cultivo. El raleo de frutos reduce la competencia entre frutos a favor de su propio crecimiento.

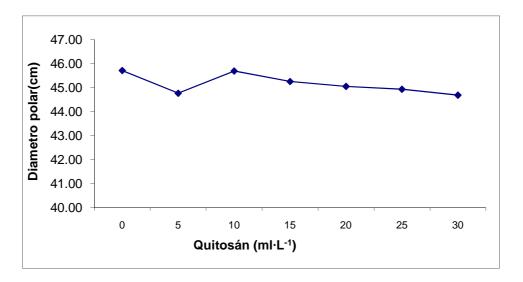


Figura 4. Comportamiento de las medias de los tratamientos para la variable de diámetro polar de los frutos aplicando diferentes dosis de quitosán.

4.5 Diámetro Ecuatorial de los Frutos

Los resultados para la variable en la determinación en diámetro ecuatorial de los frutos muestran que no hay deferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo muestran las siguientes tendencias. Los resultados de la variable diámetro ecuatorial indican, que el tratamiento 3 donde se aplicaron 10ml de quitosán por litro de agua es ligeramente superior al testigo con 1.23%, cabe mencionar que en el tratamiento 7 que fue de una aplicación de 30ml de quitosán por litro de agua el cual tuvo el valor más bajo que fue de 4.31% con respecto al testigo. Linthorst, H. (1991) dice que el quitosán, al conferir resistencia a la pared celular vegetal, permite a las plantas tratadas resistir en mejor forma el estrés hídrico, tanto el exceso como la falta de agua y, por tal motivo, se han observado buenos resultados en arroz creciendo bajo condiciones de sequía, en plantaciones y cultivos en suelos rojo-arcillosos, en plantas creciendo en suelos con poca disponibilidad de agua, etc. Por lo que los resultados del experimento indican que entre menos estrés tenga la planta el crecimiento de frutos aumenta considerablemente.

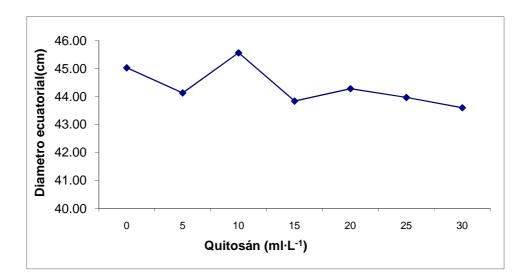


Figura 5. Comportamiento de las medias de los tratamientos para la variable de diámetro ecuatorial de los frutos aplicando diferentes dosis de quitosán.

4.6 Contenido de Sólidos Solubles (grados brix)

Los resultados para la variable en la determinación de grados brix de los frutos, muestran que no hay deferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo muestran las siguientes tendencias.

Los resultados que se muestran en la gráfica indican que el tratamiento que mayor cantidad de grados brix obtuvo con relación al testigo fue, el tratamiento 7 donde se le aplicaron 30 ml de quitosán por litro de agua, mientras que el tratamiento 4 donde se aplicaron 15 ml de quitosán por litro de agua, se obtuvieron valores bajos en relación al testigo con una diferencia de 4.31%. Por lo que cabe señalar que el contenido de grados brix es aceptable tanto mercado nacional como de exportación. Este último demanda productos con características internas que marca las normas federales que especifican un mínimo de 11% de sólidos solubles (CCI).

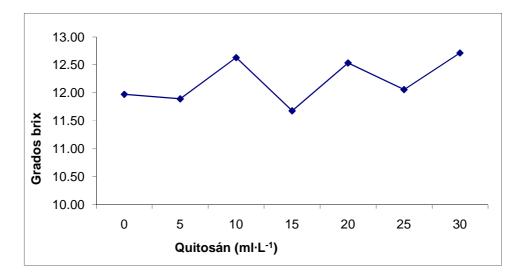


Figura 6. Comportamiento de las medias de los tratamientos para la variable de grados brix en los frutos aplicando diferentes dosis de quitosán.

V. CONCLUSIONES

En la aplicación del quitosán se observaron diferencias para algunas variables además de mostrar las siguientes tendencias:

La aplicación del tratamiento 2 de 15 ml de quitosán por litro de agua, incrementó el número de frutos con respecto al testigo.

En cuanto al peso de los frutos se incrementan cuando se aplican dosis de 30 ml de quitosán por litro de agua.

En el caso del diámetro ecuatorial de los frutos, se mostró aumento cuando se aplicaron 10 ml de quitosán por litro de agua.

Se obtuvo mayor cantidad de sólidos solubles (grados brix) cuando se aplicaron dosis de 30 ml de quitosán por litro de agua.

VI. Bibliografía.

- Anderson, J., S. Stenzel; K. Smith, B. Labus, P. Rowley, S. Shoenfeld, L. Gaul, A. Ellis, M. Fyfe, H. Bangura, J. Varma, and J. Painter. 2002. "Multistate Outbreaks of SalmonellaSerotype Poona Infections Associated with Eating Cantaloupe from Mexico-United States and Canada, 2000-2002." Morbidity and Mortality Weekly Report, Centers for Disease Control and Prevention. November 22, 2002, 51(46):1044-1047.
- ASERCA 2000, El melón mexicano; ejemplo de tecnología aplicada Revista Claridades Agropecuarias #84 México DF.
- Bhaskara, M. V.; J. Arul, P. Angers and L. Couture. 1999. Chitosan Treatment of Wheat Seeds Induces Resistance to *Fosarium graminearum* and Improves Seed Quality. Journal of Agriculture and Food Chemistry 47: 208-1216.
- Blancard, D., Lecoq,H. y Pitrat, M. 2000. Enfermedades de las Cucurbitáceas. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.
- Cadahia, C. 2005. Fertirrigación: Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales.

 Mundi-prensa.
- Canadian Food Inspection Agency (CFIA). 2002. "Import Requirements for Mexican Cantaloupes." November 4, 2002.
- Chibu, H and H. Shibayama. 2001. Effects of chitosan applications on the growh of several crops. In: T. Uragmi, K. Kurita and T. Fukamizo, Aditors. Chitin and chitosan in Life Science Yamaguchi. 235-239. ISBN 4- 906464-43-0.
- Chung, Y. 2004. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall. Acta Pharmacologica Sinica 25: 932-936.
- Claridades agopecuarias. 2000. El melón; ejemplo de tecnología aplicada. Acerca, Sagar.

- Cuéllar D. G.; F. Montes; R. Vázquez y E. Olivares. "tipo de siembra y acolchado en el establecimiento, crecimiento, producción y calidad del Melón." Ciencias agropecuarias FAUANL. 1997. 7 (2) 23-32. Ediciones. Santiago, Chile. 117 p.
- Diario Oficial de la Federación. 1993. Decreto de Promulgación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Lunes 23 de Diciembre de 1993. México, D.F.
- Food and Drug Administration (FDA). 2001. "FDANews: FDAWarns Consumers About Viva Brand Imported Cantaloupe." May 25, 2001.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Mundiprensa. Madrid, 206 p.
- Giaconi M, V. y Escaff G., M. 2004. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. XV ed. 337 p.
- Goodman, W.G.1989. Chitin: A magic bullet. The food Insects Newsletter 2: 1,6-7.
- Herlander, I. 2001 Chitosan disrups the barrier propierties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. International Journal of Food Microbiology 71:235-244.
- Hernández S. (2003). Situación actual del mejoramiento genético del melón para la resistencia al Mildiu pulverulento de las cucurbitáceas. Temas de ciencia y tecnología, Volumen 7, Número 19.
- IMPPA- AFIPA. 2005. Manual Fitosanitario 2006-2007. Santiago, Chile.
- Kader, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops, third ed. Pub 3311, University of California.
- Konovalova I., Stepanova N., Vasilevskii P. y Bereza I., Russian J. Appl. Chem., 74(3), 449-454 (2001).

- Lárez, C.2006. Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. Avences en química 1:15-21.
- Latorre, B. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado ONU-FAO. Santiago, Chile.
- Lee, S,;Choi, S. and Y. Lee. 1999. Oligogalacturonic Acid and Chitosan Reduce Stomatal Aperture by Inducing the Evolution of Reactive Oxygen Species from Guard cells of Tomato and *Commelina communis*. Plant Physiology 121: 147-152.
- Liu, J.; S. Tian, X. Menga and Y. Xua. 2007. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological response of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 44: 300-306.
- Lucier, G. y A. Jerardo. 2007. Vegetables and Melons Outlook. United States

 Department of Agriculture, Economic Research Service, VGS 320. 49

 p.
- Malaga, J. 1997. Effects of NAFTA on the U.S. and Mexican Fresh Vegetable Industries and Trade. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University.
- Muzzarelli R. "Chitin". Editorial Pergamon Press. Primera edición, pag. 2 (1974).
- Nge, K. L.; N. New, S. Chandrkrachang and W.F. Stevens. 2006. Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue. Journal of Plant Science 170: 1185-1190.
- Palma Guerrero, J.; H.B. Jansson and L. V. López Ilorca. 2008. Effect of chitosan on hyphal grow and spore germination of plant pathogenic and biocontrol fungi. Jurnal of Applied Microbiology. 104: 541-553.
- Pearce, R. B. and J.P. Ride. 1982. Chitin and related compounds as elicitors of the lignifications response in wounded wheat leaves. Physiologial and Molecular Plant Pathology 20: 119-123.

- Pospieszny, H. 1997. Antiviroid activity of chitosan. Crop Protection 16: 105-106.
- Pospieszny, H.; S. Chirkov and J. Atebekov. 1991 Inducction of antiviral resistance in plants by chitosan. Plant Science 79: 63-68.
- Rabea, E.I., Badawy, MStevens, C V., Smaggehe, guy, And Stearbaut, W. 2003.

 Chitosanan antimicrobial agent: applications and mode of action.

 Biomacromoleculas. 4, 1457-1465.
- Rico. J, El cultivo de melón en el campo de cartaena. HORTICULTURA, 1986. Pp. 67-69.
- Rodríguez, J., Pinochet, D. y Matus, F. 2001. La fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago, Chile. 117 p.
- Rodríguez, J., Pinochet, D. y Matus, F. 2001. La fertilización de los cultivos. LOM
- Roller, S. and N. Covill. 1999. The antifungal propierties of chitosan in laboratory media and apple juice. International Journal of Food Microbiology 47: 67-77.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).

 2006. Lineamientos para la Implementación de Buenas Prácticas
 Agrícolas y Buenas Prácticas de Manejo en los Procesos de
 Producción y Empacado de Frutas y Hortalizas para Consumo Humano
 en Fresco. México, D.F.

Páginas consultadas en internet:

- 1.- http://www.sakata.com/uploads/catalog_pdfs/vegetable/2010CatalogSpan.pdf
 Citado el día 1 de mayo del 2012.
- 2.- http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm citado el día 24 de abril del 2012.

- 3.- http://apps.fao.org/faostat Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Melón. Citado el día 10 de abril del 2012
- 4.- www.infoaserca.gbo.mx. Citado el 10 de abril del 2012
- 5.- http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP AG/melon/P CONS.pdf. Citado el 15 de abril del 2012.
- 6.- http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/produccion/Acolchado%20Plastico.pdf. Citado el 23 de mayo del 2012.

VII. APÉNDICE.

Apéndice 1. Comparación de Medias en contenido de vitamina C de los frutos, en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo.

Tratamiento	Media	Nivel de Significancia	
1	18.214	A	
2	14.897	BA	
3	17.351	BA	
4	14.457	В	
5	18.040	BA	
6	16.097	BA	
7	17.097	A	

Agrupamiento de las medias para la variable contenido de vitamina C en los frutos de melón mediante la comparación de medias por Tukey, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Apéndice 2. Comparación de Medias del número de frutos en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosan en el suelo.

Tratamiento	Media	Nivel de Significancia
1	4.71	A
2	3.857	A
3	5.143	A
4	6.00	A
5	5.71	A
6	5.71	A
7	3.286	A

Agrupamiento de las medias para la variable número de frutos de melón mediante la comparación de medias por Tukey, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Apéndice 3. Comparación de Medias del peso de los frutos en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo.

Tratamiento	Media	Nivel de Significancia
1	1.45857	А
2	1.34429	A
3	1.40429	A
4	1.37571	A
5	1.45286	A
6	1.41571	A
7	1.45571	A

Agrupamiento de las medias para la variable peso de los frutos de melón mediante la comparación de medias por Tukey, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Apéndice 4. Comparación de Medias del diámetro polar de los frutos en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo.

Tratamiento	Media	Nivel de Significancia
1	45.7200	A
2	44.5771	A
3	45.7014	A
4	45.2614	A
5	45.0586	A
6	44.9386	A
7	44.6943	A

Agrupamiento de las medias para la variable diámetro polar en los frutos de melón mediante la comparación de medias por Tukey, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Apéndice 5. Comparación de Medias del diámetro ecuatorial de los frutos en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo.

Tratamiento	Media	Nivel de Significancia
1	45.0286	А
2	44.1300	А
3	45.5629	А
4	43.8371	A
5	44.2800	А
6	43.9643	A
7	43.5986	A

Agrupamiento de las medias para la variable diámetro ecuatorial en los frutos de melón mediante la comparación de medias por Tukey, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Apéndice 6. Comparación de Medias de sólidos solubles (grados brix) de los frutos en el cultivo de melón mediante aplicaciones de quitosán en el suelo.

Tratamiento	Media	Nivel de Significancia
1	11.9743	A
2	11.8929	А
3	12.6314	А
4	11.6786	А
5	12.5357	А
6	12.0586	А
7	12.7143	A

Agrupamiento de las medias para la variable sólidos solubles (grados brix) en los frutos de melón mediante la comparación de medias por Tukey, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Apéndice 7. Análisis de varianza para la variable contenido de vitamina C de frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán.

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrados	Valor F	Pr > F
Variación	Libertad	Cuadrados	Medios		
Tratamiento	6	92.64808163	15.44134694	2.71	0.0283
Repetición	6	55.00739592	9.16789932	1.61	0.1731
Error	36	205.1608327	5.6989120		
Total	48	352.8163102			

C.V= 14.38662 Media= 16.59347

Apéndice 8. Análisis de varianza para el número de Frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán.

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrados	Valor F	Pr > F
Variación	Libertad	Cuadrados	Medios		
Tratamiento	6	44.24489796	7.37414966	1.61	0.1720
Repetición	6	92.81632653	15.46938776	3.38	0.0095
Error	36	164.6122449	4.5725624		
Total	48	301.6734694			

C.V.= 43.47693 Media= 4.918367

Apéndice 9. Análisis de varianza para peso de los frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán.

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrados	Valor F	Pr > F
Variación	Libertad	Cuadrados	Medios		
Tratamiento	6	0.08153469	0.01358912	0.60	0.7259
Repetición	6	0.03396327	0.00566054	0.25	0.9556
Error	36	0.81112245	0.02253118		
Total	48	0.92662041			

C.V= 10.60575 Media= 1.415306

Apéndice 10. Análisis de varianza para el diámetro polar de frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán.

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrados	Valor F	Pr > F
Variación	Libertad	Cuadrados	Medios		
Tratamiento	6	8.60232653	1.43372109	0.56	0.7562
Repetición	6	12.86264082	2.14377347	0.84	0.5454
Error	36	91.5616163	2.5433782		
Total	48	113.0265837			

C.V= 3.533322 Media= 45.13592

Apéndice 11. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán.

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrados	Valor F	Pr > F
Variación	Libertad	Cuadrados	Medios		
Tratamiento	6	20.72621224	3.45436871	1.19	0.3350
Repetición	6	11.96809796	1.99468299	0.69	0.6624
Error	36	104.7399306	2.9094425		
Total	48	137.4342408			

C.V= 3.846619 Media= 44.34306

Apéndice 12. Análisis de varianza para Grados brix de frutos de Melón obtenidos mediante Aplicaciones de Quitosán.

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrados	Valor F	Pr > F
Variación	Libertad	Cuadrados	Medios		
Tratamiento	6	6.99613878	1.16602313	1.22	0.3168
Repetición	6	5.64291020	0.94048503	0.99	0.4482
Error	36	34.28740408	0.95242789		
Total	48	46.92645306			

C.V= 7.991357 Media= 12.21224