



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA



CARRERA DE BIOLOGÍA

Cultivo orgánico de melón (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) en un sistema de tutorado

TESIS

Que para obtener el grado de licenciatura en Biología presentan

Alejandra Yvonne Huautla Martínez

Juan Angel Vargas Carbajal

DIRECTORA DE TESIS

DRA. MARIA SOCORRO OROZCO ALMANZA

Cd. de México.

Junio, 2016

Investigación realizada con financiamiento de la DGAPA, mediante el proyecto PE
2037



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el rendimiento del cultivo de melón (*Cucumis melo* var. *cantalupensis*) en un sistema de tutorado utilizando un abono orgánico Bocashi. Inicialmente, las semillas de melón fueron obtenidas de un fruto convencional, las cuales se colocaron en cajas Petri con agar bacteriológico al 10% para germinarlas en una cámara de crecimiento a una temperatura de 25°C con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad. Las plántulas obtenidas, de siete días de edad, se colocaron en un almácigo de plástico con 64 celdas, y con un sustrato cuya mezcla fue: 50% turba, 25% lombricomposta, 25% Bocashi. Las plántulas permanecieron en este almácigo, hasta que desarrollaron dos hojas verdaderas (15 días después del trasplante ó 22 días de edad). Previo al trasplante, se colocó un acolchado de plástico sobre la cama trabajada biointensivamente; el transplante se llevó a cabo en un patrón de tres bolillo con 30 cm entre plantas obteniendo 32 plantas en 6 m. Cuando las plantas tenían de 4 a 5 hojas verdaderas, se despuntó el tallo principal por encima de la segunda o tercera hoja y se fueron tutorando con tiras especiales de rafia. La polinización fue de manera manual utilizando un pincel.

El biofertilizante Bocashi se aplicó quincenalmente en forma de té, en una proporción (durante la etapa vegetativa) de 1:2 y en la floración-fructificación en una relación 1:1. Se realizaron seis cosechas donde se obtuvieron 33 frutos (un fruto por planta), con un rendimiento de 2.06 kg/m², y un promedio de 7.3 ° Brix.

Los resultados obtenidos, demuestran que el cultivo orgánico de melón *cantalupensis* en sistema de tutoreo permite el crecimiento adecuado de la planta de melón, con una buena generación de follaje y altura, pero con escasa floración y fructificación, presentando solo un fruto /planta, con un tamaño pequeño, por lo que este manejo se recomienda únicamente para autoconsumo.

Índice

Resumen	2
Índice de cuadros	6
II. Marco teórico	8
2.1 Agricultura industrial.....	10
2.2 Agricultura ecológica	10
2.3.1 Ventajas de la fertilización orgánica	11
2.4 Tipos de abonos orgánicos	11
2.4.1 Composta.....	11
2.4.2 Lombricomposta.....	12
2.4.3 Bocashi.....	12
2.5 El cultivo de melón en México y variedades más comerciales.....	15
2.6 Tutorado.....	16
2.7 Características taxonómicas y morfológicas del melón.....	16
2.7.1 Origen	16
2.7.2 Taxonomía y morfología	16
2.7.2.1 Planta	16
2.8 Requerimientos agroecológicos del cultivo del melón.....	18
2.8.1 Temperatura	18
2.8.2 Suelo.....	19
2.8.3 Requerimientos hídricos	19
2.9 Plagas y enfermedades	19
2.9.1 Plagas.....	19
2.9.2 Enfermedades	20
2.10 Antecedentes relacionados con el tema.....	21
III. Pregunta de investigación.....	22
IV. Objetivos	23
4.1 Objetivo general	23
4.2 Objetivos particulares:	23
V. Metodología.....	24
5.1 Diagrama de flujo	24
VI. Zona de estudio	25
VII. Método	26
7.1 Germoplasma	26
7.2 Preparación del abono orgánico.....	26

7.3 Preparación de la cama de cultivo (método biointensivo)	27
7.4 Germinación y obtención de plántulas	28
7.6 Poda	31
7.7 Tutorado	31
7.8 Riego	33
7.9 Polinización	33
7.10 Biofertilización	34
7.10.1 Te de Bocashi	34
7.10.2 Té de plátano	35
7.11 Plagas	35
7.12 Variables de respuesta durante el desarrollo del cultivo	36
7.12.1 Variables morfológicas	36
(Birchler <i>et al.</i> , 1998), se midieron quincenalmente:.....	36
7.13 Variables de calidad del fruto.....	36
7.13.1 Tamaño del fruto.....	36
7.13.2 Contenido de grados Brix.....	37
7.14 Índice de Dickson	38
7.15 Rendimiento (kg/m²)	38
7.16 Índice de cosecha	38
7.17 Índice costo/beneficio	39
7.18 Análisis estadístico	39
VIII. Resultados y discusión	40
8.1 Análisis de la calidad del abono orgánico Bocashi	40
Cuadro 4. Resultados del análisis químico aplicado a Bocashi de acuerdo con algunos parámetros establecidos en la NOM-021-SEMARNAT-2000.	40
8.2 Germinación	45
8.3 Supervivencia	45
8.4 Tutorado	46
8.4 Variables de crecimiento	47
8.4.1 Altura y diámetro de la planta	47
8.5 Polinización	49
8.6 Número de flores	50
8.7 Proporción entre flores	51
8.8 Número de frutos	51
8.9 Prácticas culturales durante el cultivo del melón	54
8.9.1 Temperatura y humedad relativa	54
8.9.2 Luz.....	55
8.9.3 Riego.....	57
8.9.4 Plagas.....	57
8.10 Cosecha	59
8.11 Rendimiento	60

8.12 Contenido de grados Brix	61
8.13 Tamaño de los frutos.....	61
Cuadro 14. Clasificación por tamaño en función del diámetro ecuatorial para melón en envase de cartón y/o madera (SAGARPA, 2010).....	62
8.14 Índice de cosecha	63
8.15 Índice de Dickson.....	63
8.16 Índice costo beneficio	63
8.17 Correlaciones entre las diferentes variables de respuesta	65
X. Referencias	71

Índice de cuadros

Cuadro 1. Temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de melón. _____	18
Cuadro 2. Trabajos relacionados del cultivo de melón con un manejo orgánico. _____	21
Cuadro 3. Dosis y tiempo de aplicación del té de Bocashi. _____	34
Cuadro 4. Resultados del análisis químico aplicado a Bocashi de acuerdo con algunos parámetros establecidos en la NOM-021-SEMARNAT-2000. _____	40
Cuadro 5. Niveles de referencia de nitrógeno total de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000. _____	41
CUADRO 6. Niveles de referencia de fósforo por el método de olsen, de acuerdo en la NOM-021-SEMARNAT-2000. _____	41
CUADRO 7. Niveles de referencia en cuanto a las bases intercambiables K^+ , Ca^{2+} Y Mg^{2+} de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000. _____	42
CUADRO 8. niveles de referencia de micronutrientes Fe, Cu, Zn, Y Mn de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000. _____	42
CUADRO 9. Análisis químico del té de Bocashi de acuerdo con la NOM-001-ECOL-1996 (departamento de suelos, laboratorio central universitario en la Universidad Autónoma DE Chapingo). _____	43
CUADRO 10. Comparación en la concentración de algunos nutrimentos del té de bocashi (1:1) con un fermento de frutas (1:5) utilizado como fetirriego en el cultivo de jitomate (Muro, 2016). _____	44
CUADRO 11. Valores de la par registrados mensualmente y frutos producidos. _____	56
CUADRO 12. Plagas presentes en el cultivo en diferentes etapas de la planta de melón. _____	57
CUADRO 13. Cosechas y número de frutos obtenidos por cosecha en el cultivo de melón. _____	59
CUADRO 14. Clasificación por tamaño en función del diámetro ecuatorial para melón en envase de cartón y/o madera (SAGARPA, 2010). _____	62
CUADRO 15. Costos de producción para el cultivo del melón var. Cantalupe. _____	64

Índice de figuras

Figura 1. Centro de capacitación en agricultura urbana “CHIMALXOCHIPAN”. _____	25
Figura 2. Fruto de melón var. cantalupe y semillas extraídas del melón. _____	26
Figura 3. Semillas de melón en cajas petri _____	28
Figura 4. Incubadora marca lab biotronette _____	28
Figura 5. Plántulas de melón en almácigo. _____	29
Figura 6 cama con acolchado de polietileno con patrón a tresbolillo _____	30
Figura 7 trasplante de las plántulas de melón a la cama biointensiva. _____	30
Figura 9 Inicio del tutorado de las plantas de melón. _____	32
Figura 8 poda de la planta de melón _____	31
Figura 10 plantas de melón tutoradas. _____	32
Figura 11 extracción de polen de flor masculina. _____	33
Figura 12 Polinización de flor femenina. _____	34
Figura 13 macerado de té de Bocashi. _____	35
Figura 15 Medición del diámetro ecuatorial. _____	37
Figura 14 Medición del diámetro polar. _____	37
Figura 16 Determinación de grados BRIX. _____	37
Figura 17 Curva de germinación acumulada para las semillas de melón. _____	45
Figura 18 Curva de supervivencia para las plantas de melón. _____	46
Figura 19 Plantas de melón tutoradas. _____	47
Figura 20 Altura de las plantas de melón. _____	48
Figura 21 Medición del diámetro ecuatorial. _____	49
Figura 23 Fruto deforme producido como consecuencia de una mala polinización. _____	50
Figura 22 Flores de melón inmaduras en antesis. _____	50
Figura 24 <i>Cladosporium</i> spp (arriba, círculo verde) y <i>Alternaria</i> spp (abajo, círculo amarillo). _____	52
Figura 25 Hoja de melón invadida por hongos. _____	52
Figura 26 Plantas de melón y frutos afectados por hongos. _____	52
Figura 27 Estados de madurez del fruto de melón. _____	53
Figura 28 Temperatura y humedad relativa dentro del invernadero. _____	55
Figura 29 Registro de par (radiación fotosintéticamente activa) con ayuda de un ceptómetro. _____	56
Figura 30 Control de plagas y aplicación de biopreparados. _____	59
Figura 31 Cosecha de frutos maduros de melón. _____	60
Figura 32 Histograma y polígono de frecuencias con relación al tamaño de los frutos. _____	62
Figura 33 Tamaño de los frutos. _____	63
Figura 34 Correlación entre tamaño del fruto y altura de la planta. _____	65
Figura 35 correlación entre el tamaño del fruto y diámetro del tallo. _____	66
Figura 36 correlación entre grados brix y tamaño del fruto. _____	66
Figura 37 correlación entre número de frutos y par (radiación fotosintéticamente activa). _____	67
Figura 38 Anova para la relación par vs tiempo (t1= febrero, t2= marzo, t3= abril, t4= mayo,t5= junio). _____	67

I. Introducción

El melón es un fruto de amplio consumo cuya demanda se incrementa en época de calor. 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, así también el melón contiene agua en un 90%, fibra dietética, energía, proteína vitaminas y minerales (SAGARPA, 2010).

Es importante mencionar que 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 (SAGARPA, 2010). Ocupa el octavo lugar en importancia entre las hortalizas que se cultivan en México y el tercer lugar entre la familia de las cucurbitáceas en cuanto a la superficie cosechada, después de la calabaza y la sandía (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2014).

En la actualidad la tendencia a utilizar productos orgánicos, permiten a los agricultores incrementar sus rendimientos sin alterar el medio ambiente (Potisek *et al.*, 2013). En este trabajo se muestra el manejo del cultivo de melón de manera orgánica, en donde se utilizan varias técnicas para la nutrición de la planta con biofertilizantes y así obtener frutos sanos y de buena calidad y con ello una buena alimentación para la salud de las personas.

II. Marco teórico

A pesar de la gran producción de melón en México, se tienen grandes problemas debido al tipo de agricultura empleada (Agricultura Industrial), en donde el uso, manipulación y almacenamiento inadecuado de productos agroquímicos, dan lugar a un riesgo químico causando graves daños al humano pero sobre todo al ambiente.

Las áreas tradicionalmente productoras y exportadoras de melón en México como lo son los Valles de Apatzingan y Culiacán han reportado gran incidencia de plagas y enfermedades. Los productores no se han concientizado suficientemente de la importancia de la realización de prácticas fitosanitarias, lo que ha traído por consecuencia un aumento en la incidencia de plagas y enfermedades aumentando los costos para su control. Son de particular preocupación para la producción de melón en México los casos de embarques de melón mexicano contaminado por *Salmonella poona* detectados en Estados Unidos por tres años consecutivos 2000, 2001 y 2002 (INIFAP, 2012).

Otro problema que se tiene es que todas las variedades e híbridos de melón sembradas en México han sido desarrolladas por compañías extranjeras, principalmente de Estados Unidos. Lo mismo puede decirse de los pesticidas y fertilizantes usados durante el cultivo. Esto es en gran parte el resultado de los limitados recursos que se invierten en México para desarrollar ciencia y tecnología (INIFAP, 2012).

Actualmente y desde los años 80, se ha fomentado la transición hacia una agricultura menos agresiva que es la “agricultura ecológica”, la cual se define como la realización de prácticas de producción en donde la interacción e interdependencia armónica de factores como el suelo, plantas, animales, mano de obra y clima permiten conservar y potenciar los recursos y ciclos naturales (Kolmans y Vasquez, 1999).

Algunas de las principales ventajas de la agricultura orgánica o ecológica son:

- El suelo en que se practique este tipo de agricultura es beneficiado, ya que su proceso de producción no es tan desgastante como el de la agricultura tradicional o intensiva, es decir, se reduce drásticamente la erosión, la pérdida de nutrientes y la compactación.
- No se utilizan pesticidas y fertilizantes sintéticos, los cuales pueden ser sustituidos por bioplaguicidas y fertilizantes orgánicos. Estos protegen la salud del ecosistema y la del ser humano.
- Protege el ciclo hidrológico, ya que mediante técnicas sostenibles se logra reducir el uso del recurso hídrico y se minimiza su contaminación.
- El sabor de los cultivos que han sido producidos de manera orgánica es mucho más intenso que el de aquellos que han sido elaborados utilizando otros métodos. Además, consumirlos es mucho más saludable, ya que no contienen trazas de químicos que son dañinos para nuestro organismo.
- La vida de una planta que ha sido cultivada de manera orgánica es mucho más larga, lo que permite que el periodo de producción sea mayor (Borge, 2012).

En México, menos del 2% de la agricultura se trabaja bajo el esquema ecológico y los productos están dirigidos principalmente hacia un mercado de exportación. La agricultura ecológica abarca aproximadamente 31 productos entre hortalizas y frutos, sin embargo el melón aún no se trabaja bajo este esquema de producción, uno de los cultivos más trabajados bajo las prácticas de agricultura ecológica es el café con 72% de la superficie total (Nájera, 2002).

Por lo que es necesario generar paquetes tecnológicos para la producción ecológica de este cultivo y otros de importancia económica para México, que permitan a los productores apreciar las ventajas ecológicas, económicas y sociales que les proporcionan estas prácticas, las cuales les permiten obtener los mismos rendimientos que el esquema de manejo convencional, por lo que el objetivo de este trabajo es realizar el cultivo de melón bajo condiciones de invernadero y utilizando una técnica de tutorado, así como también generar un paquete tecnológico en donde se utilicen las prácticas de la agricultura ecológica.

2.1 Agricultura industrial

A lo largo del siglo XX tuvo lugar la transición desde los modelos agrícolas tradicionales de autoabastecimiento y circuitos locales a uno industrial de mercado globalizado. La agricultura industrial se basa en la aplicación de un gran número de insumos (pesticidas, fertilizantes y agua), en el empleo intensivo de maquinaria y en los subsidios económicos.

Este tipo de agricultura, aunque ha conseguido un aumento de productividad, hoy ya es insostenible y las pérdidas que genera desde el punto de vista social, económico y ambiental son muy importantes.

Entre ellas podríamos citar el abandono del medio rural, la pérdida de los conocimientos agrícolas tradicionales y de variedades autóctonas, la crisis de rentabilidad de muchas especies de cultivo, el dumping (subvención de algunas variedades de cultivo que permite vender por debajo del precio de producción), la destrucción de economías agrarias de los países desfavorecidos, erosión, destrucción de suelos, contaminación, despilfarro energético, alteraciones de la red hidrográfica y de los ciclos biogeoquímicos, y finalmente, una contribución al cambio y calentamiento globales (Lassaletta y Rovira, 2005).

2.2 Agricultura ecológica

La agricultura ecológica reduce considerablemente las necesidades de insumos externos al no utilizar fertilizantes ni pesticidas artificiales. Todos los procesos aplicados para la obtención de un producto orgánico deben estar garantizados ante los consumidores por medio de un sistema de certificación (Espinal *et al.*, 2005).

La práctica de la agricultura ecológica se ha ido desarrollando empíricamente a lo largo del siglo XX, recuperando técnicas tradicionales e incluyendo otras surgidas de nuevos conocimientos.

Por ello, la agricultura ecológica parte de supuestos y planteamientos propios, no sólo en cuanto a la consideración de lo que es el sistema agrícola y sus componentes, sino de las interacciones entre ellos y de cómo se producen y evolucionan. Ello le permite encontrar nuevas respuestas y estrategias al conflicto, existente durante milenios, entre productividad y estabilidad de los agroecosistemas.

La agricultura ecológica está actuando como impulsora de innovación en el ámbito de la agricultura en particular y de la cultura en general, y destaca la potencialidad que esta visión de la actividad agraria y del hombre mismo tiene para encontrar soluciones a los problemas actuales (Sarmentero y Molina, 2012).

2.3 Fertilización orgánica

Mediante la fertilización ecológica se pretende cubrir el esperado déficit entre entradas y salidas de nutrientes en el suelo, con el objetivo de mantener o incrementar la fertilidad presente y futura del mismo, no malgastar recursos no renovables ni energía y no introducir tóxicos o contaminantes en el agrosistema (Gonzálves, 2008).

En cultivos bien abonados la competitividad es mayor, los cultivos crecen con más rapidez, desarrollan tallos y hojas de mayor vigor lo que aumenta su capacidad de dar sombra frente a las malezas. Un abonamiento equilibrado con materia orgánica ocasionalmente complementado con abonos minerales lentamente solubles estimula el edafón y garantiza una nutrición armónica (Kolmans y Vasquez/, 1999).

2.3.1 Ventajas de la fertilización orgánica

Nutrición natural mediante fertilización orgánica según Kolmans y Vasquez, 1999):

- Las plantas obtienen dosis óptimas de nutrientes según sus requerimientos.
- Evita la aplicación excesiva o deficitaria de nutrientes.
- Dificulta el lavado e inmovilización de los nutrientes.
- Mejora en la agregación y estabilidad estructural del suelo. Aflojamiento de las capas superficiales e inferiores del suelo.
- Poco a poco el requerimiento de fertilizantes orgánicos disminuye. Se hace innecesario el uso de fertilizantes sintéticos.
- Se mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

2.4 Tipos de abonos orgánicos

2.4.1 Composta

El compostaje es una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos mediante el calor generado durante la fase termófila, en donde las bacterias patógenas mueren, así como parásitos y muchas semillas de malas hierbas, dando lugar a un producto limpio (INIFAP, 2012).

Este abono es el resultado del proceso de descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosecha, excrementos de animales y otros residuos), realizado por microorganismos y macroorganismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases), lo cual

permite obtener como producto el compost, que es un abono excelente para ser utilizado en la agricultura (Picado y Añasco, 2005).

Los factores que afectan a los microorganismos son los que requieren mayor control a lo largo del proceso. Entre estos factores están: la aireación, el contenido en humedad, temperatura, pH, los factores nutricionales y la relación C/N (Jhorar *et al.*, 1991). La relación C/N del material de partida debe ser la adecuada; los microorganismos utilizan 30 partes de C por cada una de N. La relación ideal para una composta totalmente madura es cercana a 10, similar al del humus (Orozco, 2014).

2.4.2 Lombricomposta

La lombricomposta es un abono orgánico para las plantas, producido por la lombriz composteadora *Eisenia foetida* o lombriz roja californiana. El proceso de lombricompostaje aprovecha las cualidades biológicas y fisiológicas de las lombrices para potenciar la descomposición aeróbica de la materia orgánica (Orozco, 2014). Se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicomposta o humus de lombriz (Romero, 2014).

La vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico, tiene alto contenido de ácidos húmicos, aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad.

Facilita la aireación y drenaje del suelo, además de contener una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, y facilita su asimilación por las raíces, favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas, incrementa la actividad biótica del suelo y su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos (Romero, 2014).

2.4.3 Bocashi

Las fermentaciones por lactobacilos son limpias y se pueden usar como inóculo para abonos como Bocashi, aguamiel, u otras fuentes de carbohidratos.

En sí las fermentaciones disminuyen la carga eléctrica de las soluciones, los microorganismos (levaduras, lactobacilos, entre otros) transforman los materiales y los dejan en complejos parcialmente estables listos para ser absorbidos por las plantas (Félix *et al.*, 2008).

Bocashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. El Bocashi ha sido un abono utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo, que aumenta la diversidad microbiana, mejorar las condiciones físicas y químicas, previene

enfermedades del suelo y los suple de nutrientes para el desarrollo del cultivo (Vásquez, 2008).

Una de las características de este abono es la cantidad total de elementos que proporciona al suelo, los cuales se liberan lentamente como consecuencia de la mineralización microbiológica. El Bocashi logra, asimismo el aumento de los microorganismos asociados en la rizósfera, los cuales favorecen la solución de las sustancias químicas y sus acciones antagónicas contra las enfermedades del tallo de las plantas.

Con el uso del Bocashi se consigue, desde el inicio de su aplicación, la recuperación gradual de la fertilización natural del suelo, mejora las condiciones físicas, la estructura y la capacidad de retención de la humedad del suelo (Gamboa, 2005).

2.4.3.1 Función de cada componente en el abono Bocashi

Cascarilla de arroz

Facilita la aireación, absorción de humedad, filtrado de nutrientes y beneficia el incremento de la actividad microbiológica (Gómez y Tovar, 2008).

La cascarilla de arroz es una fuente rica en sílice lo que proporciona a los vegetales mayor resistencia contra el ataque de plagas de insectos y enfermedades (FONAG, 2010).

Melaza

Principal fuente energética para la fermentación y fuente de carbono favoreciendo la actividad microbiológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro (Gómez y Tovar, 2008).

Carbón o cenizas

Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra; al mismo tiempo funciona como esponja con la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles de la planta, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo (FONAG, 2010).

La levadura, tierra virgen o de bosque

Estos ingredientes constituyen la principal inoculación microbiológica, para la fabricación de abonos orgánicos. Es la principal fuente para el inicio de la fermentación del abono (Gómez y Tovar, 2008).

Cal agrícola

Regula la acidez que se presenta en todo el proceso de fermentación (FONAG, 2010).

Leche

Ayuda a multiplicar los microorganismos aportando nutrientes para la planta y el suelo

Material verde

Es el material vegetal que se descompone durante el proceso, aportando materia orgánica para el desarrollo de diferentes microorganismos presentes.

Estiércol de animales (vacuno, porcino, conejos, gallinaza, equinaza)

Son fuente principal de nitrógeno, incorporan al suelo fósforo potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre y boro.

Agua

Agua de lluvia, manantial o de río (Gómez y Tovar, 2008).

2.4.3.2 Factores que intervienen en la elaboración del bocashi

Temperatura

Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas de preparado el abono debe presentar temperaturas superiores a 50°C.

La humedad

Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica. Tanto el exceso de humedad como su ausencia son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad; la humedad óptima para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60 % del peso.

La aireación

La presencia del oxígeno dentro de la mezcla es necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si, en caso de exceso de humedad, los microporos presentan un estado anaeróbico se perjudica la aeración y, consecuentemente, se obtiene un producto de mala calidad (FONAG, 2010).

2.4.3.3 Ventajas del Bocashi

Suministra vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos, encimas y sustancias antioxidantes directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los microorganismos y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación.

También ayuda a la formación de los agregados de la estructura del suelo. El Bocashi se puede preparar en poco tiempo y no produce malos olores ni moscas (Vásquez, 2008).

2.5 El cultivo de melón en México y variedades más comerciales

La producción de melón a nivel mundial es de aproximadamente 26 millones de toneladas anuales teniendo a China como el principal país productor al participar con el 51% de la producción total. México se ubica en el octavo lugar mundial con una participación del 2.2%.

A nivel nacional, la superficie cosechada es de 21,500 hectáreas y se producen más de 543 mil toneladas.

La Región Lagunera destaca como la zona melonera más importante del país con una superficie anual promedio de más de 5,300 hectáreas y una producción de 115,000 toneladas. Las variedades más cultivadas son la Cantaloupe y Honey Dew (Espinoza *et al.*, 2011).

En México se cultivan una gran cantidad de variedades, principalmente 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.

2.6 Tutorado

Existen técnicas de cultivo como el entutorado que en el caso de algunas especies este ha logrado incrementar la calidad y rendimiento. En este sentido se considera que tanto como la siembra en invernadero, trasplante y entutorado son alternativas que pueden ser empleadas por los productores (Robles *et al.*, 2005).

2.7 Características taxonómicas y morfológicas del melón

2.7.1 Origen

La familia Cucurbitaceae comprende 90 géneros y unas 700 especies. El género *Cucumis*, al cual pertenece el melón, reúne a unas 40 especies.

No hay un criterio homogéneo en lo referente al origen del melón, aunque algunos autores aceptan que el melón tiene un origen africano.

Si bien, hay algunos que consideran la India como el centro de domesticación de la especie, ya que es donde mayor variabilidad se encuentra para la misma. Afganistán y China son considerados centros secundarios de su diversificación y también en España la diversidad genética es importante (Duran, sin año).

2.7.2 Taxonomía y morfología

2.7.2.1 Planta

Familia: *Cucurbitaceae*.

Nombre científico: *Cucumis melo* L.

Planta: anual herbácea, de porte rastrero o trepador.

Sistema radical: abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo. Tallo principal: están recubiertos de formaciones pilosas, y presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas (CONABIO, 2011).

2.7.2.2 Tallos

Posee un tallo rastrero y ramificado, recubierto de formaciones pilosas. En sus nudos brotan las hojas, un zarcillo, otra rama o una flor. Pueden alcanzar hasta 4 m de longitud.

Los tallos y hojas son pubescentes. Las hojas son grandes, de unos 15 cm de diámetro aproximadamente, moderadamente brillantes y de un tono verde-amarillo (Durán, sin año).

2.7.2.3 Hojas

Las hojas son redondeadas y cubiertas de pilosidad. Anchas y por lo general tienen cinco puntas o lóbulos, con bordes lisos o dentados (Ruiz, 2009).

2.7.2.4 Raíz

Raíz pivotante o principal. La planta desarrolla raíces abundantes con un crecimiento rápido entre los 30 y 40 cm de profundidad del suelo (INIFAP, 2002).

2.7.2.5 Flores

La planta es generalmente monoica o andromonóica. Las flores son de color amarillo y se presentan en racimos, raramente solitarias (Ruiz, 2009). Son pequeñas y pueden ser estaminadas, pistiladas o perfectas. Las primeras van en racimo, las pistiladas y se distinguen de las masculinas por el ovario abultado y localizado bajo los pétalos. A diferencia del pepino que fructifica particularmente en el tallo principal, en el melón las flores hermafroditas se presentan por lo general en las ramas secundarias o terciarias.

En algunas variedades, en particular en las denominadas cantalupes las plantas tienen carácter andromonóico; esto es, producen sólo flores estaminadas (masculinas) y hermafroditas, los melones criollos poseen de manera independiente los tres tipos de flores en la misma planta (Durán, sin año).

2.7.2.6 Frutos

Los frutos son normalmente redondos u ovalados con cáscara lisa o reticulada, pueden pesar entre 2-6 libras. 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 su 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 (Chavarría, 2010).

2.8 Requerimientos agroecológicos del cultivo del melón

2.8.1 Temperatura

El melón es una planta muy exigente en temperatura. La temperatura mínima para que se produzca su germinación, puede cifrarse en 15.5 °C, y el intervalo óptimo de germinación se encuentra entre 24°C y 32 °C.

Si la temperatura es menor de 15°C o superior a 30°C se tiene problemas en el desarrollo del cultivo o en la calidad del producto. La temperatura óptima en la floración está comprendida ente 20- 23°C y para el engorde de los frutos entre 25-30 °C (Pulido, 2006).

En el Cuadro 1, se presentan la temperatura mínima, máxima y la temperatura óptima para que se lleve a cabo cada etapa del proceso de crecimiento de la planta de melón:

Cuadro 1. Temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de melón.

	Temperatura		
	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	14°C	24-26°C	40°C
Desarrollo del cultivo	10°C	20-25°C	35°C
Temperatura biológica	10°C		40°C
Temperatura para desarrollo vegetativo		18-25°C	
Temperatura óptima para la floración y la polinización.		20-22°C	
Temperatura óptima para la maduración de los frutos.		25-30°C	

(Reche, 2009)

2.8.2 Suelo

No son especies muy exigentes en suelo, aunque los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad se obtienen en suelos con altos contenidos de materia orgánica, profundos, aireados y bien drenados.

Son plantas extremadamente sensibles a problemas de mal drenaje. Requieren un pH entre 6 y 7. Son moderadamente tolerantes a la presencia de sales tanto en el suelo como en el agua de riego (Alvarado, 2008).

2.8.3 Requerimientos hídricos

El melón necesita aproximadamente unos 400 mL de agua desde la siembra hasta que los frutos comiencen a madurar. Esta cantidad se debe distribuir en unos 6 riegos (uno cada diez a quince días, dependiendo del tipo de suelo y de la temperatura del lugar).

El primer riego se debe dar antes de la siembra, de tal forma que el suelo quede húmedo y supla las necesidades durante la germinación y el estado de plántula.

Sin embargo, el método de riego que mejor se adapta al melón es el riego por goteo, por tratarse de una planta muy sensible a los encharcamientos, con aporte de agua y nutrientes en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (Durán, sin año).

2.9 Plagas y enfermedades

2.9.1 Plagas

Entre las plagas más frecuentes destacan las especies de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*, los minadores *Lyriomiza* spp., la araña roja, *Tetranychus urticae* y los trips, *Frankliniella occidentalis*. Estos insectos no sólo son peligrosos por los daños que puedan causar por sí mismos sino como vectores de virosis para el cultivo, por lo que hay que tener cuidado para evitarlos.

Para ello, es conveniente mantener las plantas protegidas en semillero, cubrir las ventanas laterales y cenitales con malla a prueba de insectos e incluso disponer por el invernadero placas atrayentes y adhesivas, siendo las más utilizadas las dirigidas a trips y mosca blanca. (León, 2007).

2.9.2 Enfermedades

Cenicilla

La cenicilla es una de las principales enfermedades del melón en México y en la comarca lagunera, ya que pueden ocasionar perdidas hasta del 50%. Se han identificado hongos importantes como agentes causales de la cenicilla del melón: *Sphaerotheca fuliginea*, (Cano, et al., 1993). Los síntomas de la enfermedad consisten en manchas de polvillo blanco que se presentan en las hojas, el tallo y las guías, los primeros síntomas se detectan cuando la planta tiene de 16 a 23 días de edad. Como consecuencia del ataque, las hojas se tornan amarillas y se secan, afectando en área foliar y por ende el rendimiento (Romero, 2014).

Mildiu

El Mildiu es un patógeno distribuido mundialmente en regiones con moderada humedad relativa y climas frescos. Puede llegar afectar totalmente el cultivo y en el caso del melón, se han reportado pérdidas totales.

Los síntomas se presentan en las hojas, estas muestran en el haz manchas amarillentas irregulares. Por el envés, y coincidiendo con estas manchas, se observan manchas de color café con un algodoncillo de color purpura que constituye el micelio y estructura del hongo (en presencia de alta humedad relativa). Las manchas al unirse secan parcial o totalmente el follaje, afectando el desarrollo de flores y frutos; estos últimos no se desarrollan normalmente, son insípidos, y presentan quemaduras de sol por falta de follaje (Guerrero, 2004).

Tizón foliar

Todos los cucurbitáceos pueden ser afectados por esta enfermedad, pero es más común en sandía. Es más común en áreas con lluvias frecuentes y altas temperaturas. Las primeras lesiones aparecen en las hojas más viejas y son manchas pequeñas de color amarillo marrón con bordes de un amarillo más claro. Estas manchas se expanden y forman áreas necróticas de color marrón. Los bordes de las hojas se enroscan hacia adentro y luego mueren, exponiendo el fruto a daños por escaldaduras lo que reduce la calidad y cantidad de frutos mercadeables. El hongo sobrevive de 1-2 años en los residuos de cosecha.

Las conidias del hongo se forman luego de períodos de alta humedad relativa y son diseminadas por el viento y la lluvia al caer (Almodóvar, 2008).

2.10 Antecedentes relacionados con el tema.

Es importante mencionar que en la literatura especializada, para México, son escasos los trabajos semejantes al aquí propuesto, en los que se utilicen las técnicas tradicionales y culturales tales como la biofertilización y el uso de bioinsecticidas, para el cultivo del melón. Algunos trabajos sobresalientes sobre este cultivo se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Trabajos relacionados del cultivo de melón con un manejo orgánico.

Título	Autor y año	Resultados
Desarrollo del cultivo de melón (<i>Cucumis melo</i>) con vermicompost (VC) bajo condiciones de invernadero	Moreno <i>et al.</i> 2014	La Vermicomposta (VC) debido a sus características físicas, químicas y biológicas, lograron satisfacer la demanda nutritiva para soportar el desarrollo de del melón, cuando se utilizan como parte de los sustratos de crecimiento. El mayor rendimiento se registró con el VC preparado a partir de estiércol de caballo lo cual resultó más adecuado para el desarrollo del melón, independientemente del tipo de estiércol utilizado para la elaboración del VC.
Producción de Melón (<i>Cucumis melo</i> L.) bajo Condiciones de Bioespacio ó Casa-Sombra	Potisek <i>et al.</i> 2013	El uso de bioespacios ó casa sombra es una opción tecnológica para la producción del cultivo de melón. En la región lagunera el rendimiento promedio obtenido en el bioespacio o casa-sombra con la aplicación de ácidos fúlvicos fue de 5.71 kg m ⁻² . El rendimiento promedio obtenido con la aplicación de ácidos húmicos fue de 5.17 kg m ⁻² . El rendimiento promedio obtenido a cielo abierto fue de 3.75 kg m ⁻² . Los rendimientos del melón obtenidos en el bioespacio siempre fueron superiores.
Desarrollo vegetativo de melón (<i>Cucumis melo</i> L.) establecido por trasplante, con guiado vertical y acolchado plástico en La Comarca Lagunera.	Robles <i>et al.</i> 2005	El comportamiento de los cuatro tratamientos de melón bajo el sistema de entutorado con malla plástica y siembra tardía no presentó diferencias importantes en su fenología en comparación al cultivo del melón, señalados por otros autores, bajo otras condiciones y muy similares a trabajos de invernadero.
Producción de melón con abonos orgánicos y riego por cintilla en La Comarca Lagunera	Romero 2014	Para las variables de rendimiento y numero de frutos, hubo diferencia significativa, la fertilización química con 58.8 toneladas y con composta 49.6 toneladas. Para el vermicompost 37.0 toneladas. Por lo anterior se recomienda el uso de compost en el cultivo de melón por presentar similar rendimiento al sistema convencional sin afectar la calidad del fruto y sin contaminar.

En México, en los estados de Coahuila, Guerrero y Sonora se presentan las mayores producciones de melón; no obstante, Colima sigue presentando los más altos valores de rendimiento a pesar de que la superficie de este cultivo ha disminuido en los últimos cuatro años (Huitrón, 2009).

El melón ha sido un producto muy importante, tanto por ser generador de divisas para el país, como por ser una gran fuente de empleo y de ingreso para los productores mexicanos.

La siembra de melón en México se realiza durante todo el año. La duración del cultivo desde la siembra hasta la cosecha puede ser de 60 a 90 días.

Primordialmente el cultivo de esta especie es de manejo intensivo en todo el país (Apoyos y Servicios a la Comercialización 2000).

La técnica de cultivo más empleada es mediante acolchado de plástico y en menor grado con túneles o microtúneles. La primera técnica empleada tiene la finalidad de limitar la pérdida de agua por evaporación, incrementar la producción, reducir labores de cultivo y proteger las cosechas de agentes de infección. La segunda técnica tiene la finalidad de proporcionar condiciones ambientales idóneas y más adecuadas que las de cielo abierto, además de aislar al cultivo de plagas y patógenos (CONABIO, 2011).

Uno de los objetivos del cultivo bajo plástico es conseguir frutos antes que al aire libre. Por ello, la mayor densidad de siembras o plantaciones suele ser a partir de mediados de febrero hasta mediados de marzo.

También, y aunque no está muy extendido, hay agricultores que realizan las plantaciones en pleno verano para recoger los frutos en el mes de noviembre (Reche, 2009).

III. Pregunta de investigación

¿El cultivo orgánico de melón bajo el manejo de los principios agroecológicos permite obtener frutos con un peso y tamaño adecuados para la comercialización?

IV. Objetivos

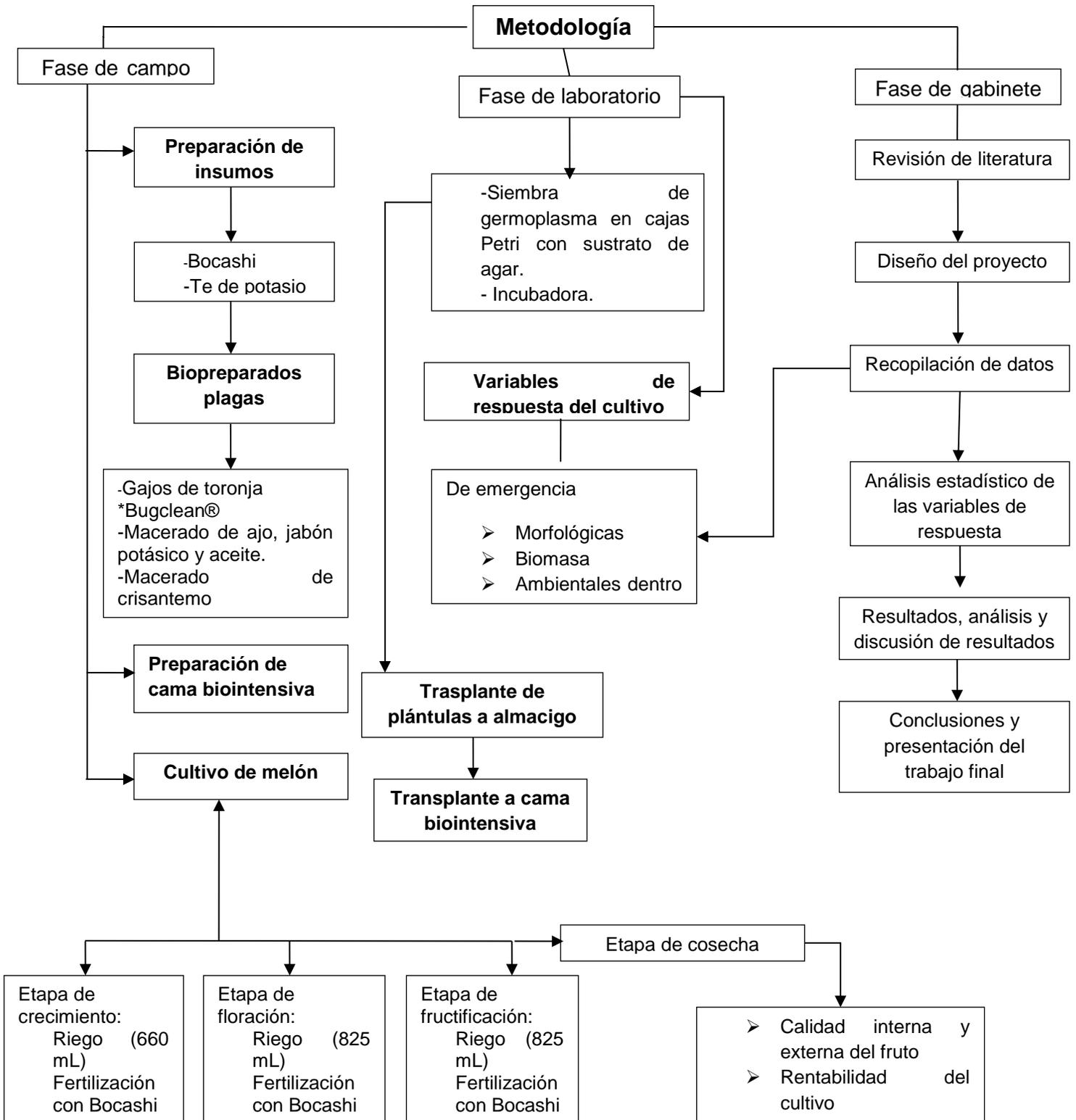
4.1 Objetivo general

Desarrollar un paquete tecnológico para la producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L. var. cantalupensis), entutorado bajo condiciones de invernadero.

4.2 Objetivos particulares:

- Evaluar el rendimiento del cultivo de melón entutorado utilizando como abono orgánico Bocashi
- Determinar las condiciones óptimas del desarrollo y rendimiento del cultivo de melón, bajo la aplicación de insumos naturales (abonos, activadores de la floración y fructificación y control de plagas).
- Calcular el rendimiento y el índice costo-beneficio

V. Metodología
5.1 Diagrama de flujo



VI. Zona de estudio

Este trabajo se llevó a cabo dentro de un invernadero tipo diente de sierra en el vivero Chimalxochipan dentro de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, que se encuentra en la delegación Iztapalapa, Ciudad de México ubicada en las coordenadas geográficas 19°22'22.39" de Latitud Norte y 99°02'04.64" Longitud Oeste a una altitud de 2249 m.



Figura 1. Centro de capacitación en agricultura urbana "Chimalxochipan".

VII. Método

7.1 Germoplasma

Se utilizó la semilla de un fruto de melón convencional (*Cucumis melo* var Cantalupe) (Fig.2). La cual se lavó y desinfectó con cloro al 1% de manera previa a su siembra.

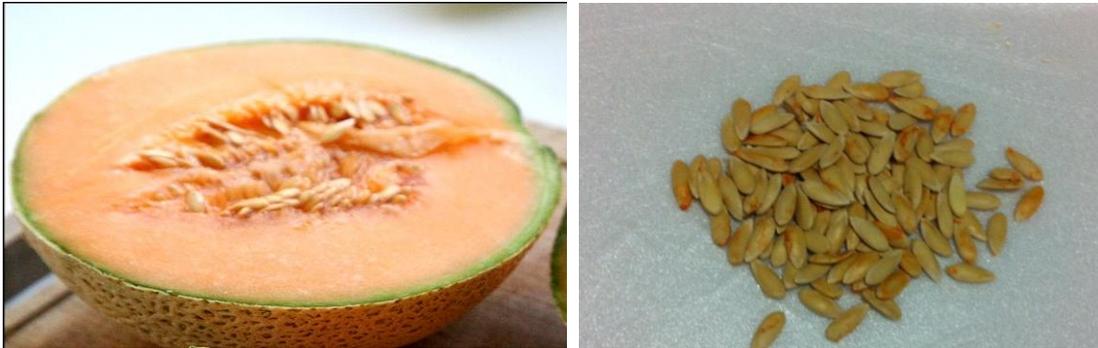


Figura 2. Fruto de melón de la variedad Cantalupe y semillas extraídas del melón.

7.2 Preparación del abono orgánico

Se preparó el abono orgánico Bokashi y posteriormente se le realizó un análisis nutrimental en el departamento de suelos laboratorio Central Universitario en la Universidad Autónoma de Chapingo. Éste abono se utilizó para la preparación del sustrato del almacigo en donde se colocaron las plántulas de melón previamente germinadas. Con este abono, también se preparó el té de Bokashi, al cual también se le realizó un análisis nutrimental, para fertilizar a la planta quincenalmente (500g de Bokashi en 1l de agua) y evitar deficiencias nutrimentales en el cultivo.

Los ingredientes que se utilizaron para elaborar 100 kg de Bokashi fueron:

- 20 kg de estiércol.
- 20 kg de materia orgánica.
- 10 kg de salvado.
- 20 kg de pasto, hojarasca, o aserrín.
- 6 kg de maíz.
- 4 kg de azúcar.
- 800 g de levadura de pan.

- 1 kg de levadura de cerveza.
- 5 L de leche.
- 4 kg de melaza
- 6 kg de piloncillo.
- 3 kg de cascarilla de arroz.

Para la preparación, los materiales se pesaron y se colocaron uno por uno, y en capas, sobre un plástico grande (de color oscuro para mantener el calor); en el caso del azúcar, la levadura de pan y cerveza, la melaza y el piloncillo se disolvieron en 10 L de agua, y posteriormente se realizó la mezcla de todos los materiales, con la ayuda de un biello y, entre capa y capa se humedeció con la melaza, el azúcar, el piloncillo, la levadura de cerveza y de pan (anteriormente preparado), utilizando regaderas, así como también con una manguera se regó en las partes secas; para comprobar la humedad óptima (60-65%), se realizó la prueba del puño, el cual consiste en tomar una porción del preparado y apretarlo de manera que quede en la palma de la mano una masa, sin que ésta escurra ya que si eso sucede quiere decir que la humedad es demasiada. Después se procedió a envolver todo el material con el plástico, de tal manera que no se escape el calor. Durante los primeros cinco días se registro la temperatura. El bokashi quedo listo a los 30 días

7.3 Preparación de la cama de cultivo (método biointensivo)

Dentro del invernadero en el cual se trabajó, se encontraban distintos cultivos, dos camas de cultivo de jitomate, un cultivo de pepino, una cama de policultivo de lechuga, perejil y cebollín y la mitad de una cama de cultivo de berenjena, la cama de cultivo de melón se localizo entre la cama de policultivo y la cama de jitomate.

Se preparó la cama biointensiva de doble excavación de 90 cm de ancho por 6 m de largo, con el propósito de descompactar el suelo hasta 60 cm de profundidad, y así favorecer las condiciones de la humedad y aireación necesarias para el crecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas (Jeavons, 2002).

Para realizar la doble excavación, se inició ésta en un extremo de la cama, realizando una zanja de 30 cm de ancho, para retirar los primeros 30 cm del suelo (este suelo su utilizó para rellenar la última zanja de cama y el sobrante para hacer composta y/o preparar almácigos), enseguida, los siguientes 30 cm de profundidad del suelo, se aflojaron con un biello y sobre este suelo se aplicó materia orgánica fresca (2 kg), roca fosfórica (0.5 g) y ceniza de madera (0.5 g), posteriormente, encima de estos materiales se colocó el suelo de la parte superior de la siguiente zanja, y así sucesivamente se trabajó toda la cama.

Para finalizar, se niveló el suelo con un rastrillo, y finalmente se regó toda la cama con una manguera de manera consecutiva durante 15 días previo al cultivo.

7.4 Germinación y obtención de plántulas

Se colocaron 40 semillas de melón, distribuidas en cuatro cajas Petri, colocando 40 mL de agar bacteriológico marca Bioxón al 10% y en cada caja se colocaron 10 semillas (Fig. 3). Las cajas se introdujeron en una cámara de crecimiento marca Lab Biotronette (Fig.4) a una temperatura de 25°C con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad.



Figura 3. Semillas de melón en cajas Petri



Figura 4. Incubadora marca Lab Biotronette

Se evaluó el porcentaje y el tiempo medio de germinación, mediante las siguientes fórmulas:

- Porcentaje de germinación:

$$\text{Donde: } PG = \frac{GA}{TS} \times 100$$

PG: Porcentaje de germinación (%).

GA: Germinación acumulada hasta el último día de evaluación.

TS: Total de semillas sembradas.

- Tiempo medio de germinación:

$$\text{Días promedio} = \frac{n_1T_1 + n_2T_2 + \dots + n_xT_x^2}{\text{Número total de semillas germinadas}}$$

Donde:

N: Número de semillas que germinaron dentro de intervalos consecutivos de tiempo.

T: Tiempo transcurrido del inicio de la prueba y el final del un intervalo específico de medición (Hartmann *et al.*, 2000).

Las plántulas obtenidas de siete días de edad, se colocaron en un almácigo de plástico con 64 celdas, y con un sustrato cuya mezcla fue: 50% turba, 25% lombricomposta, 25% Bocashi. Las plántulas permanecieron en este almácigo, hasta que desarrollaron dos hojas verdaderas (15 días después del trasplante o 22 días de edad) (Fig.5).



Figura 5. Plántulas de melón en almácigo.

7.5 Trasplante y densidad de plantación

Previo al trasplante, y una vez preparada la cama biointensiva, se colocó un acolchado de plástico sobre la cama (Fig.6), con el fin de evaluar el efecto de la temperatura del suelo en el cultivo.

El trasplante se realizó por la mañana y se siguió un patrón de tresbolillo utilizando un triángulo isósceles de madera de 30 cm (Fig.6), en donde se dejó una separación entre planta y planta de esa medida, teniendo una densidad de 32 plantas en total (Fig.7).



Figura 6 Cama con acolchado de polietileno con patrón a tresbolillo



Figura 7 Trasplante de las plántulas de melón a la cama biointensiva.

7.6 Poda

Esta actividad se realizó para favorecer la precocidad y el cuajado de las flores, facilitar el conteo de los frutos, acelerar la madurez y facilitar la ventilación y la aplicación de tratamientos fitosanitarios. Y se realizó de la siguiente manera:

Cuando las plantas tenían de 4 a 5 hojas verdaderas, se despunto el tallo principal por encima de la segunda o tercera hoja dejando solo los dos brotes mejor constituidos (Fig. 8), los cuales se tutoraron, constituyendo el armazón de la planta (CONABIO, 2011).



Figura 8 Poda de la planta de melón.

7.7 Tutorado

Se utilizaron tiras de rafia especiales para tutorado, éstas se ataron a la base del tallo de la planta y el extremo se sujetó a la estructura de carga del invernadero.

El tutorado se inició cuando la planta alcanzo 30 cm aproximadamente de altura (Fig. 9).

Se guió la planta alrededor de la rafia o tutor, de manera manual, para luego dejar la planta que por sí sola y ayudada por sus propios zarcillos, se enredara a la rafia (Fig.10).



Figura 9 Inicio del tutorado de las plantas de melón.



Figura 10. Plantas de melón tutoradas.

7.8 Riego

En este experimento el riego fue manual, se regaron las plantas de melón utilizando un vaso de precipitado con una capacidad de 250 ml. En donde a cada planta se le aplicaba durante la etapa vegetativa 660 ml y en la etapa de floración y fructificación 825 ml. El riego se realizó dos veces por semana.

7.9 Polinización

Esta práctica se llevó a cabo en la mañana (9:00 hrs.), porque si se realiza cuando los rayos del sol son más intensos aumenta la temperatura y esto provoca que el polen se fermente y no se pueda polinizar (Chávez, 2001).

La polinización se realizó de manera manual, a partir de la aparición de las flores femeninas, con la ayuda de un pincel de pelo de camello del número 2, el cual se introdujo en la flor masculina (Fig. 11) y se llevó el polen al interior de la flor femenina (Fig. 12).



Figura 11 Extracción de polen de flor masculina.



Figura 12 Polinización de flor femenina.

7.10 Biofertilización

7.10.1 Te de Bocashi

El abono fermentado tipo Bocashi también se puede aplicar en forma líquida, denominada té de Bocashi (PYMERURAL y PRONAGRO, 2011).

Por sus propiedades, el Bocashi se utilizó en forma de té, en donde se realizó una extracción de los nutrientes del abono sólido al cual se le agregó agua y se dejó reposar 10 minutos aproximadamente para utilizar el líquido; con este té se mantuvieron las condiciones fértiles del suelo y se favoreció la floración y fructificación del cultivo. Las dosis y recomendaciones de aplicación del abono foliar se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Dosis y tiempo de aplicación del té de Bocashi.

	Dosis	Tiempo de aplicación
Suelo	500g Bocashi en 1L de agua	Quincenalmente (30 ml por planta)
Plantas en floración	1 kg Bocashi en 1 L de agua	Floración-Fructificación (100 ml por planta)

Durante la etapa vegetativa se aplicó quincenalmente el té de bocashi (1:2) y en la etapa de floración hasta la fructificación se aplicó el té en una dosis 1:1 (Fig.13).



Figura 13. Macerado de té de Bocashi.

7.10.2 Té de plátano

En la etapa de fructificación de las plantas de melón, se les aplicó un té de potasio, el cual se obtuvo de la cocción de cinco cáscaras de plátano y una cucharada de melaza en un litro de agua, después se diluyó con agua en proporción 1:5. A cada planta se le agregaron 200 ml de té de potasio (1:5) quincenalmente. El potasio asegura un buen contenido de azúcares, ácidos y aroma en los frutos (Rodríguez y Flórez, 2004).

7.11 Plagas

Para el control de plagas se aplicaron técnicas culturales como la utilización de trampas adhesivas de colores amarillo (Salas, 2011), la colocación de una barrera de ajos alrededor de la cama de cultivo y el uso de biopreparados con diferentes plantas aromáticas.

La ventaja de utilizar bioinsecticidas se apoya en la teoría de que por lo general representan bajo riesgo para la salud humana, son de bajo costo, se degradan fácilmente, no afectan la fauna edáfica y no generan resistencia en las plagas como sucede con los insecticidas y fungicidas químicos (FAO, 2013).

7.12 Variables de respuesta durante el desarrollo del cultivo

Se evaluaron las siguientes variables de respuesta en los 32 individuos:

7.12.1 Variables morfológicas

(Birchler *et al.*, 1998), se midieron quincenalmente:

- Altura de la planta: Cada planta se midió con una cinta métrica, a partir de la base del tallo.
- Diámetro del tallo principal: Se midió el diámetro basal del tallo de cada planta, utilizando un vernier.
- Número de flores por planta: Durante la floración quincenalmente se contaron todas las flores de cada planta, para finalmente obtener un promedio.
- Número de frutos por planta: Durante la fructificación, se contaron todos los frutos en amarre de cada planta, para finalmente obtener un promedio
- Supervivencia: Se registraron las plantas vivas y muertas quincenalmente.
- Cosecha de frutos.- indicadores que podrían tomarse en cuenta para la recolección de los frutos del melón: marchitamiento de la primera hoja del fruto, cambios de la coloración en la corteza y pérdida de los tonos vivos que pasan a mate (León, 2007).

7.13 Variables de calidad del fruto

7.13.1 Tamaño del fruto

Para medir el diámetro polar se colocó el vernier en el fruto de manera vertical tomando la distancia de polo a polo en cm (Fig. 14).

Para medir el diámetro ecuatorial se colocó el vernier en forma transversal tomando la medida en cm (Fig. 15).



Figura 15. Medición del diámetro polar.



Figura 14. Medición del diámetro ecuatorial.

7.13.2 Contenido de grados Brix

Para esta variable se utilizó un refractómetro portátil de alta precisión marca Grandindex modelo RHW-25/Brix/ATC en el cual se colocaron dos gotas del jugo de melón sobre el cristal de lectura del refractómetro y se determinaron los sólidos solubles de cinco frutos expresados en grados Brix (Fig. 16).



Figura 16. Determinación de grados Brix.

7.14 Índice de Dickson

Se utilizaron cuatro plantas maduras de melón, para la determinación del peso de la raíz y del vástago; así mismo también se determinó la altura y el diámetro al momento de la cosecha.

Para calcular el índice de Dickson, se utilizó la siguiente fórmula, la cual indica la calidad de la planta, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez de las plantas (Sáenz *et al.*, 2010).

$$ICD = \frac{\text{masa seca total (g)}}{\frac{\text{altura tallo (mm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{masa seca aérea (g)}}{\text{masa seca raíz (g)}}}$$

7.15 Rendimiento (kg/m²)

Para obtener el rendimiento/m², se tomó la biomasa de los frutos de las plantas contenidas en dicha área (Gliessman, 2002). $\text{Rendimiento} / \text{m}^2 = \text{Peso del fruto} / \text{m}^2$

7.16 Índice de cosecha

El índice de cosecha se refiere al punto óptimo en que un producto puede ser cosechado, sin que se afecte la madurez de consumo. Por lo general, el melón puede comenzar a cosecharse a los 58 días después de la siembra; sin embargo, existen variedades tardíos.

- Índice de cosecha = Productividad económica X 100/ Productividad biológica (Schneider *et al.*, 1997).
- La productividad económica corresponde a la parte comestible y la biológica es el peso seco de la planta incluyendo la parte comestible.

7.17 Índice costo/beneficio

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad mediante la siguiente fórmula.

- Relación beneficio/costo = Beneficios totales/ Costos totales de producción (Ruíz. 1996)
- Beneficios = ganancias económicas totales del rendimiento
- Costos de producción = costos de insumos más los costos de la mano de obra.

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN}{VAP}$$

Dónde: VAN= valor actual neto

VAP= valor actual de la inversión

7.18 Análisis estadístico

Se construyó un histograma y polígono de frecuencias en relación al tamaño de frutos producidos en 32 plantas. Se realizó una correlación entre el tamaño del fruto, la altura y el diámetro de las plantas y otra entre grados Brix y tamaño del fruto.

VIII. Resultados y discusión

8.1 Análisis de la calidad del abono orgánico Bocashi.

Se realizó el análisis del Bocashi con base en algunos parámetros establecidos en la NOM-021-SEMARNAT-2000 (Departamento de Suelos, Laboratorio Central Universitario en la Universidad Autónoma de Chapingo), ya que no existe una norma que regule la producción de Bocashi en México (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados del análisis químico aplicado a Bocashi de acuerdo con algunos parámetros establecidos en la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Propiedades	Resultado	Unidades
N total	2.76	%
Fósforo	1,400	mg/kg
Potasio	73.58	Cmol (+)/kg
Calcio	93.50	Cmol (+)/kg
Magnesio	42.97	Cmol (+)/kg
Hierro	7,100	mg/kg
Cobre	22.36	mg/kg
Zinc	88.54	mg/kg
Manganeso	377.10	mg/kg
Boro*	116.85	mg/kg

(*No aparecen en esta norma)

La composición de nitrógeno contenida en el Bocashi (Cuadro 4), es descrita por la NOM-0210-SEMARNAT-2000 (Cuadro 5), como muy alta.

Este elemento es muy importante ya que, una nutrición deficiente en nitrógeno produce una reducción del 25% en el crecimiento total de la planta, con especial incidencia en el sistema radical, aunque los demás elementos se encuentren en concentraciones óptimas (León, 2007).

Cuadro 5. Niveles de referencia de nitrógeno total de acuerdo con la NOM-0210SEMARNAT-2000.

Clase	Nitrógeno total %
Muy bajo	< 0.05
Bajo	0.05 – 0.10
Medio	0.10 – 0.15
Alto	0.15 – 0.25
Muy alto	> 0.25

En cuanto a los resultados del fósforo (Cuadro 4) indican que este nutrimento es alto, de acuerdo con la NOM-021 (Cuadro 6). El fósforo es esencial para el crecimiento de las raíces, favorece la floración y el cuaje de frutas, acelera a maduración de los frutos y mejora el contenido de azúcares. La deficiencia de fósforo en el melón produce un retraso en la maduración del fruto (Molina, 2006).

Cuadro 6. Niveles de referencia de fósforo por el método de Olsen, de acuerdo en la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Clase	mg/kg de P
Bajo	< 5.5
Medio	5.5 – 11
Alto	> 11

Con relación al contenido de potasio, calcio y magnesio (Cuadro 4) se clasificó al Bocashi con un nivel alto (Cuadro 7). El potasio favorece la formación de azúcar, de modo que aumenta la calidad del fruto. La acción del potasio, calcio, magnesio y azufre sobre el crecimiento es limitada, aunque a la acción que ejercen sobre la elongación celular puede producir, en el caso de deficiencias prolongadas, una reducción del crecimiento que puede llegar a originar necrosis foliares (León, 2007). Se considera que dichos elementos están relacionados de forma muy estrecha con la acumulación de azúcares en los frutos (Pulido, 2006).

Cuadro 7. Niveles de referencia en cuanto a las bases intercambiables K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺ de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Clase	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
	Cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹		
Muy bajo	< 0.2	< 2	< 0.5
Bajo	0.2 – 0.3	2 – 5	0.5 – 1.3
Medio	0.3 – 0.6	5 – 10	1.3 – 3.0
Alto	> 0.6	> 10	> 3.0

Para el contenido de los micronutrientes hierro, cobre, zinc y manganeso en el Bocashi (Cuadro 4), se clasificaron como adecuados de acuerdo a la NOM-021 (Cuadro 8). Yamada (2004), menciona que los micronutrientes permiten un balance positivo, mejorando a la vez la fertilidad de los suelos y promoviendo un aumento en la producción de cultivos.

Cuadro 8. Niveles de referencia de micronutrientes Fe, Cu, Zn, y Mn de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Clase	Fe	Cu	Zn	Mn
	mg/kg ⁻¹			
Deficiente	< 2.5	< 0.2	< 0.5	< 1.0
Marginal	2.5 – 4.5		0.5 – 1.0	
Adecuado	> 4.5	> 0.2	> 1.0	> 1.0

El microelemento boro no se encuentra en la NOM-021-SEMARNAT-2000, pero la adición de boro mejora, en muchos casos, la calidad de los frutos, hace aumentar su riqueza en azúcar, facilita la fecundación de las flores femeninas y da al fruto más resistencia al calor y al agrietado (Japon, 1982). De igual manera la planta puede presentar toxicidad por dicho microelemento, el síntoma visible más común en las plantas expuestas a un exceso de boro es la presencia de quemaduras, que aparecen como parches cloróticos y necróticos a menudo en los márgenes y en las puntas de las hojas maduras (Cervilla, 2009), en este trabajo no se presentó dicha toxicidad.

Cuadro 9. Análisis químico del té de Bocashi de acuerdo con la NOM-001-ECOL-1996 (Departamento de Suelos, Laboratorio Central Universitario en la Universidad Autónoma de Chapingo).

Propiedades	Límite máximo permisible	Valores determinados	unidades
N total	40	3,870	mg / L
Fósforo	20	234.24	mg / L
Potasio*	---	661.45	mg / L
Calcio*	---	422.03	mg / L
Magnesio*	---	151.45	mg / L
Hierro*	---	80.45	mg / L
Cobre	4.0	3.11	mg / L
Zinc	10	14.38	mg / L
Manganeso*	---	71.22	mg / L
Boro*	---	14.28	mg / L

(*No aparecen en esta norma)

Cabe resaltar que el té de Bocashi se aplicó en una relación de 500 gramos de Bocashi solido por un litro de agua (1:2) durante la etapa vegetativa, en la floración y hasta la cosecha se aplicó un kilogramo de Bocashi solido por un litro de agua (1:1).

La NOM-001-ECOL-1996 indica que el nitrógeno total y el fósforo se encuentran altos ya que la norma no pone un límite (Cuadro 9).

En cuanto al cobre, éste estuvo dentro del parámetro de la NOM-001-ECOL-1996, no es así en el caso del zinc ya que esta un 43.8 % arriba de dicha norma (Cuadro 9).

En el caso del potasio, calcio y magnesio la NOM-001-ECOL-1996 no establece un control para estos elementos por los que se compararon con un fermento de frutas (1:5) utilizado como fertirriego orgánico por Muro (2016) en un cultivo de jitomate (Cuadro 10).

Como se observa en el cuadro 10, los valores del té de Bocashi se encuentran por arriba de los valores del fermento de frutas, es importante mencionar que estos insumos orgánicos son hechos con diferentes componentes y procesos, además de que la concentración fue menor en el fermento de frutas (1:5).

Cuadro 10. Comparación en la concentración de algunos nutrimentos del té de Bocashi (1:1) con un fermento de frutas (1:5) utilizado como fertirriego en el cultivo de jitomate (Muro, 2016).

Parámetro	Unidades	Concentración	
		Té de Bocashi (1:1)	Fermento de frutas (1:5)
Potasio	mg / L	661.45	32.81
Calcio	mg / L	422.03	6.39
Magnesio	mg / L	151.45	1.39

De igual manera se realizó un análisis nutrimental del té de plátano empleado para completar la biofertilización, solo se obtuvo el contenido del elemento potasio el cual fue de 29.5 mg/L, se encuentra un 10% por debajo del potasio contenido en el fermento de frutas (1:5). El potasio del suelo se divide en tres fracciones: soluble; intercambiable; no intercambiable, el potasio soluble corresponde al potasio presente como ion en la solución del suelo, la cual es la fase líquida del suelo que contiene solutos y es el medio de donde las plantas absorben los nutrientes; así, el potasio soluble es la fracción que satisface las necesidades inmediatas de las plantas (Aguado *et al.*, 2002).

En cuanto a la nutrición del cultivo de melón, Ruiz *et al.*, 2013, menciona que el melón requiere de 7,500 ppm de nitrógeno y 2500 ppm de fósforo durante todo el cultivo, en este trabajo no se presentaron deficiencias nutrimentales, ya que el té de Bocashi aportó 46,440 ppm de nitrógeno y 3,810 ppm de fósforo, esto quiere decir que está por encima del aporte nutrimental que propone Ruiz, por lo que la fertilización orgánica cubrió los requerimientos nutritivos de las plantas de melón, además de que con este tipo de abonos orgánicos se logran mejores cosechas, se reducen los costos de producción, mejora la microbiota del suelo y se contribuye a un menor deterioro del ambiente (FONCODES, 2014).

8.2 Germinación

De las 40 semillas colocadas en la incubadora a una temperatura de 25°C con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad, se obtuvo un 85% promedio de germinación con un tiempo medio de 4.76 días (Fig.17).

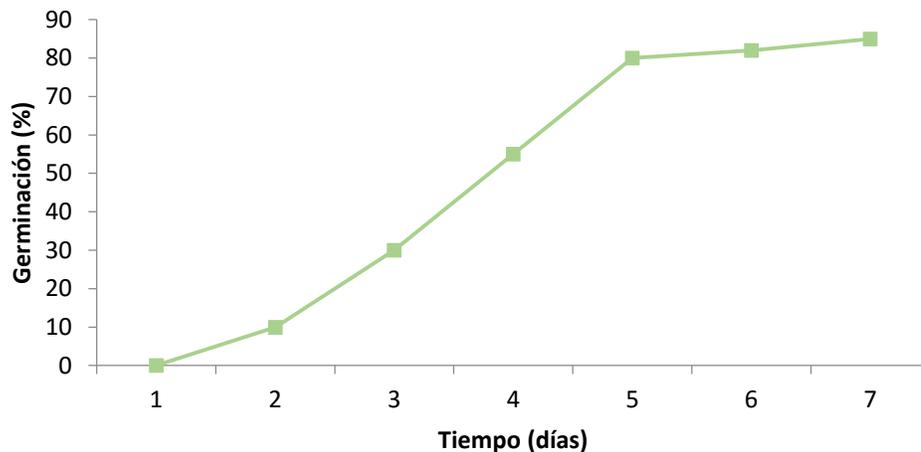


Figura 17. Curva de germinación acumulada para las semillas de melón.

Se obtuvo un porcentaje de germinación positivo ya que la temperatura fue la adecuada. En CONABIO (2011) se reporta que esta planta germina entre 15 y 39°C, aunque su rango óptimo está entre los 22 y 28°C; por otro lado, Pulido (2006) menciona que si la temperatura es menor a 15° o mayor de 30° se tienen problemas en el desarrollo de la planta.

8.3 Supervivencia

Las plantas de melón una vez trasplantadas, presentaron un 100% de supervivencia hasta 105 días después del transplante, donde por un exceso de humedad, se presentó un ataque por hongos, *Cladosporium spp.* Y *Alternaria spp.*, que fueron identificados por el Dr. Sergio Aranda Ocampo del Colegio de Posgraduados, lo que provocó una mortandad del 10%, a los 150 días se obtuvo una mortandad del 65% (Fig.18).

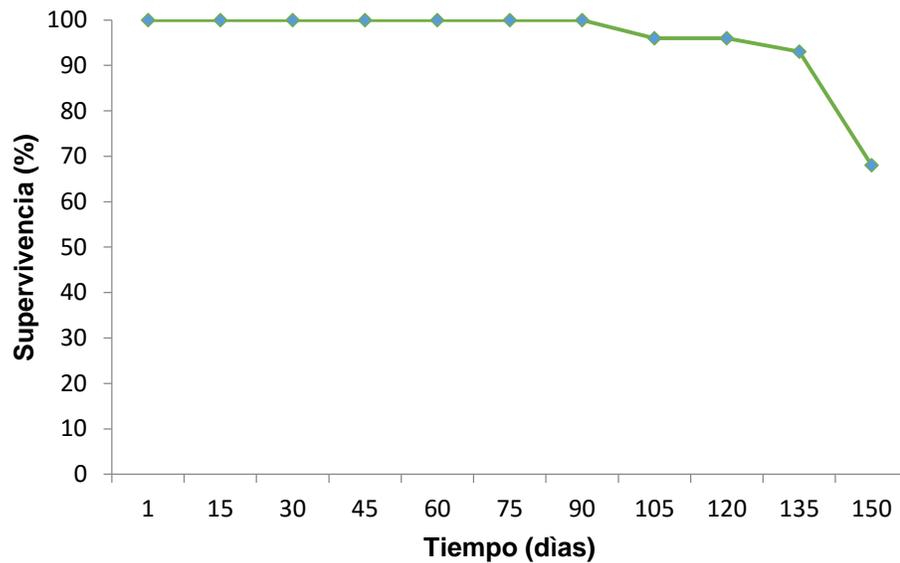


Figura 18. Curva de supervivencia para las plantas de melón.

8.4 Tutorado

En este experimento, el uso de tutores de manera vertical ayudó al cultivo a tener una mayor iluminación sobre la planta, Robles *et al.*, (2005) menciona que utilizando este sistema de cultivo se tiene una mayor ventilación e iluminación de la planta, por lo que la floración y el cuajado del fruto son mayores. Al recibir el fruto más calor, se consigue adelantar la cosecha, los frutos son más sanos ya que se evita el contacto con el suelo y se facilita la realización de los cuidados culturales como escardas, podas, etc. Sin embargo, en este trabajo, el tutor solo permitió incrementar la densidad de plantación (Fig.19), así como también el paso de la luz; el problema que se presentó fue el de la humedad que se encontraba en el invernadero lo que ocasionó que algunas de las plantas de melón no tuvieran una buena producción de flores y por lo tanto pocos frutos (sección 8.8 de este trabajo).



Figura 19. Plantas de melón tutoradas.

8.4 Variables de crecimiento

8.4.1 Altura y diámetro de la planta

Las 32 plantas de melón durante la etapa vegetativa alcanzaron una altura de 37.2 cm, en la floración 1m y durante la fructificación, seis plantas alcanzaron los 2 m (Fig. 20).

En este cultivo, la altura máxima de las plantas de melón se mantuvo en dos metros, de manera que se cortó el tallo principal en la parte del ápice, con el fin de estimular el desarrollo de los frutos y que tuvieran un mayor tamaño; no se logró ese resultado ya que como lo explica Bruton y Russo (1998) existe un patrón de distribución de carbohidratos en la planta de melón, que de acuerdo a la posición en la que se encuentren las hojas, se traslocarán los principales azúcares como la estaquiosa y sacarosa hacia los frutos, de manera que las hojas más jóvenes al alcanzar un buen tamaño, realicen una fotosíntesis adecuada para satisfacer los requisitos de crecimiento de la planta y, y se presente una exportación de los azúcares, para que éstas hojas obtengan carbohidratos a partir de las hojas más viejas.

Así también Bertch (2005), menciona que la traslocación de un nutriente va a decrecer en un tejido de la planta e incrementarse en otro, ya sea que el nutriente se encuentre acumulado en el tejido vegetativo, el nutriente decrece en ese lugar y continua incrementándose en el fruto, lo que implica traslocación de ese nutriente al fruto.

En este trabajo el tallo principal de las plantas de melón presentó un diámetro promedio de 0.7 cm durante la etapa vegetativa.

A partir de los 90 días después del trasplante, en la etapa de floración y fructificación, el diámetro se incrementó de 0.9- 1cm (Fig. 21). Como lo explica Salisbury y Ross (2000), algunas estructuras vegetales son determinadas, crecen hasta cierto tamaño y entonces se detiene su crecimiento y muere. Las hojas, las flores y los frutos son buenos ejemplos de estructuras determinadas. En cambio el tallo y la raíz son estructuras indeterminadas. Crecen por meristemas que continuamente se renuevan, permaneciendo jóvenes.

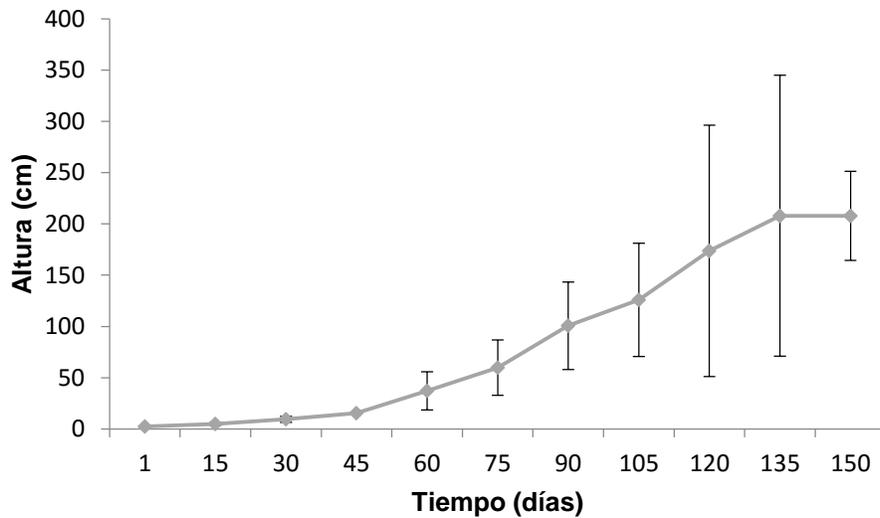


Figura 20. Altura de las plantas de melón.

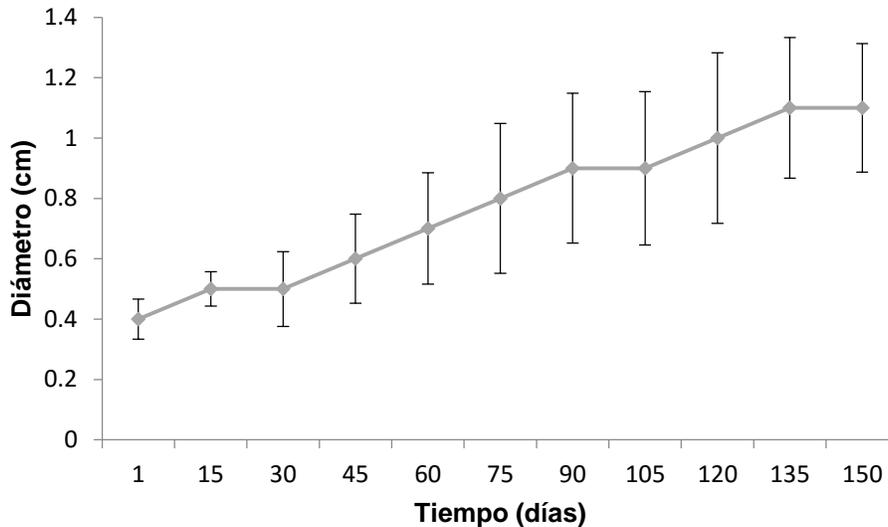


Figura 21. Medición del diámetro ecuatorial.

8.5 Polinización

Esta práctica es muy importante ya que Pulido (2006), menciona que la fruta desigualmente formada puede ser atribuida a la polinización incompleta o a los factores ambientales (temperatura y humedad) que dificultan el desarrollo uniforme de la semilla.

En este experimento, la polinización fue manual y se realizó cada tercer día, lo que provocó que algunas flores femeninas no “amarraran”, ya que al estar manipulando a la flor, ésta pudo haber sufrido algún daño en sus estructuras reproductivas. Además como menciona Reche (2009), las flores femeninas así como masculinas permanecen en antesis durante uno o dos días, abriéndose por la mañana y cerrándose al atardecer, así hasta que pasado dicho tiempo, si no han sido fecundadas dejan de ser receptivas.

Es importante mencionar que en este experimento las flores femeninas que se encontraban en antesis, aún no estaban maduras, por lo que este aspecto pudo ocasionar que se afectara la polinización (Fig.22).

No se pudo emplear algún tipo de polinizadores como abejas ya que estas requieren de 500 a 600 metros por colmena para que puedan realizar su recorrido (Castillo, 2002), el invernadero donde se llevó a cabo el cultivo de melón no contaba con las dimensiones adecuadas para colocar una colmena (170 metros cuadrados).

La presencia de abejas es indispensable para la transferencia del polen de las anteras al estigma, ya que aunque existe compatibilidad y hermafroditismo en la mayoría de los cultivares de melón, el polen es pesado y pegajoso, y no es posible su traslado por el viento,

así como se dificulta su manejo de manera manual. Si la polinización resulta insuficiente, se obtienen frutos con menos semillas y en consecuencia, deformes o de menor tamaño (Pulido, 2006). En el caso de este trabajo, con la polinización manual solo se obtuvo un fruto deforme (Fig.23).

Por otro lado Reyes y Cano (2000), explica que el número de visitas de la abeja a la flor tiene un efecto sobre el rendimiento y calidad del fruto, entre más visitas, mayor será el número de semillas producidas.



Figura 22. Flores de melón inmaduras en antesis.



Figura 23. Fruto deforme producido como consecuencia de una mala polinización.

8.6 Número de flores

Para esta especie se tiene registrado que cada planta puede producir en promedio de 42 a 372 flores pistiladas y entre 512 a 3162 flores estaminadas, con un total de flores por planta entre 554- 3534, lo cual dependerá de la variedad empleada y de las condiciones del medio ambiente (CONABIO, 2011).

En este estudio, la floración promedio se presentó a los 27 días después del trasplante y hasta la cosecha, obteniendo un total de 2416 flores masculinas y 534 femeninas de 32 plantas evaluadas. Estos datos están por debajo de lo mencionado anteriormente por CONABIO (2011), ya que se obtuvieron 75.5 flores masculinas y 16.6 flores femeninas por planta. El resultado fue bajo ya que el conteo de las flores se realizó cada tercer día, el tiempo de antesis de las flores de melón es de un día y con una senescencia de uno a dos días.

8.7 Proporción entre flores

En este experimento la relación fue de cinco flores masculinas por una femenina (5:1); Reyes y Cano (2000), menciona que una buena relación es de 512 flores masculinas por 43 femeninas (12:1). Por otro lado Whitaker (1931), explica que las plantas de *Cucumis melo*, generalmente tienen una proporción de flores estaminadas de 10:1 con respecto a las pistiladas (o hermafroditas, en caso de ser andromonóicas), aunque para algunas variedades de esta especie se tiene reportado una variación en la proporción de entre 4:1 hasta 22:1. En este trabajo la proporción entre flores según Reyes (2000) fue baja, pero se encuentra en los parámetros mencionados por Whitaker (1931).

8.8 Número de frutos

Se cosecharon 33 frutos de 19 plantas, en promedio se obtuvo un fruto por planta. Valantin, (1999), reporta que el número de frutos oscila entre uno y seis por planta, aunque se menciona un promedio general de tres frutos por planta. Por lo que en este trabajo la producción de frutos fue baja.

Este cultivo fue atacado por hongos (identificados por el Dr. Sergio Aranda Ocampo del Colegio de Posgraduados), como *Cladosporium spp* y *Alternaria spp* (Fig.24), estos aparecieron a los 105 días después del trasplante, obteniendo un 15.6% de plantas parasitadas, éstos hongos provocaron que las hojas ya no realizarán la fotosíntesis adecuada para el desarrollo de los frutos (Fig.25), también los tallos de las plantas de melón fueron afectados por el hongo provocando la muerte de las plantas; lo que causó que se apresurara la cosecha de algunos frutos que se encontraban en las plantas afectadas (Fig.26).

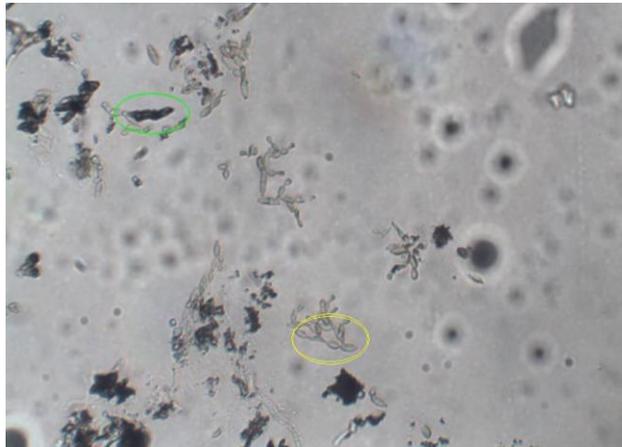


Figura 24. Cladosporium spp (arriba, círculo verde) y Alternaria spp (abajo, círculo amarillo).



Figura 25. Hoja de melón invadida por hongos.



Figura 26. Plantas de melón y frutos afectados por hongos.

En la figura 27 se muestran 4 estados de madurez del fruto de melón cantalupe de este trabajo, bajo condiciones de invernadero, iniciando con el amarre del fruto (a y b), llenado del fruto (c), y, hasta la etapa de maduración del mismo (d).



(a y b)



(c)

(d)

Figura 27. Estados de madurez del fruto de melón.

8.9 Prácticas culturales durante el cultivo del melón

8.9.1 Temperatura y humedad relativa

Durante el periodo de desarrollo del cultivo de melón se realizó un registro de la temperatura y humedad dentro del invernadero. Se observó que durante la etapa de crecimiento la temperatura para el mes de febrero fue de 30.9 °C y para el mes de marzo de 33.1 °C (Fig.28) indica que la temperatura estuvo por encima de la óptima como menciona Reche (2009), que es de 20°C-25 °C, mientras que Pulido (2006) explica que para el buen desarrollo de la planta, durante su crecimiento, la temperatura es de 30°C, ya que si es menor de 15°C se tienen problemas en su desarrollo. En cuanto a la humedad se registró de 34.6% en febrero y 37.1% en marzo (Fig. 28), por debajo de lo recomendado, ya que Sosa (2014) menciona que al inicio del desarrollo debe de ser de 65%-75%, coincidiendo con Pulido (2006).

En cuanto a los meses de abril, mayo y junio las temperaturas se encontraron en 33.1- 33.5 °C, con una humedad de 50% (Fig.28), aumentando en el mes de mayo, alcanzando 80% de humedad relativa, esto afecto tanto de manera positiva como negativa, ya que al tener una humedad de 60-70% de acuerdo con lo mencionado en SAGARPA (2002) es la óptima para el desarrollo de las flores y, por otro lado Romero (2014) indica que la humedad relativa para la floración debe oscilar entre 60-70 %, para la fructificación en 55%-65%, pero en INIFAP (2002) describen que la alta humedad relativa y una temperatura de 30°C propicia las condiciones para el desarrollo del hongo *Alternaria sp.* provocando defoliación severa, iniciando por las hojas basales y exponiendo al fruto a radiación solar intensa reduciendo la calidad del fruto.

En el mes de julio la temperatura fue de 34.7°C y la humedad relativa fue de 77%, en cuanto a la temperatura se mantuvo en la máxima recomendada como lo menciona INIFAP (2002) y la humedad permaneció alta lo que afecto al cultivo ya que el estrés de humedad cerca de la cosecha disminuye el tamaño del melón, en cambio con una humedad relativa por debajo de 75% se obtienen muy buenos resultados (Pulido, 2006).

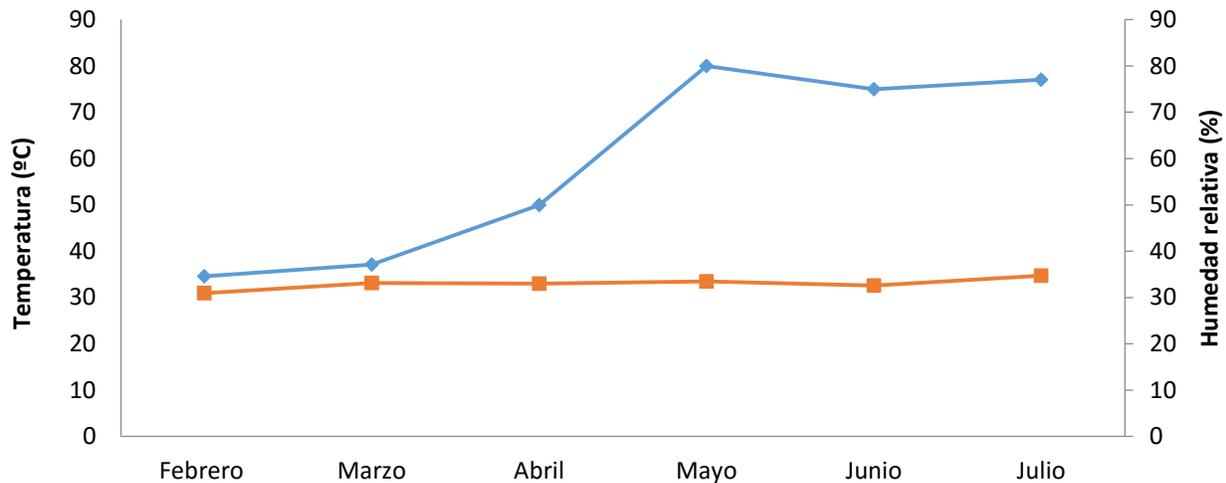


Figura 28. Temperatura y humedad relativa dentro del invernadero.

8.9.2 Luz

El cultivo del melón se estableció bajo condiciones de invernadero donde la cantidad de luz incidente, permitió la fotosíntesis, esto en función de los valores de la PAR registrados durante el ciclo de vida de las plantas de melón y los frutos producidos. Potisek *et al.*, (2013) se refiere a la radiación fotosintéticamente activa (PAR) como aquella que influye sobre la fotosíntesis y por lo tanto sobre el rendimiento del cultivo, ésta representa del 45 al 50 por ciento de la radiación global; concuerda con lo que menciona Salisbury y Ross (2000), aproximadamente el 55% de la energía solar no se utiliza en la fotosíntesis.

Tomando en cuenta los tres estratos presentes en las plantas maduras, el resultado obtenido con el ceptómetro (Fig.29) durante el periodo del cultivo fue de 732 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ en promedio en el periodo de foliación, 721 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ en la floración y 861 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ durante la fructificación.

Bohinski (1978), menciona que las necesidades de luz de las plantas son diferentes para llevar a cabo sus funciones, algunas requieren de cantidades muy altas, mientras que otras solo requieren cantidades muy bajas. En este trabajo la planta de melón para poder fructificar requirió una PAR entre 863.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ y 858.4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, que fueron valores obtenidos durante los meses de mayo y junio, siendo mayo el mes con mayor incidencia de radiación y con mayor número de frutos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Valores de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) registrados mensualmente y frutos producidos.

Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
PAR μmol/m²/s		732	721.4	863.6	858.4	592.3
Frutos producidos			2	26	5	

En cuanto a los frutos obtenidos la radiación solar tuvo influencia en la producción del fruto, pero no en el tamaño, ya que Beckles (2012), explica que la radiación solar y la temperatura en particular tienen una significativa influencia sobre la acumulación de azúcares en los frutos y no en el tamaño.



Figura 29. Registro de PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa) con ayuda de un ceptómetro.

8.9.3 Riego

En cuanto al riego, en la etapa vegetativa, se le agregó a cada planta 660 ml de agua, dos veces por semana completando con 30 ml de té de bocashi, haciendo un total de 690 ml; durante la fructificación se regó con 825 ml por planta, dos veces por semana completando con la fertilización de té de bocashi con 100 ml y 200 ml de té de potasio haciendo un total de 1,125 ml (1.12 l).

Reche (2009), recomienda comenzar los riegos en el cultivo inmediatamente tras la plantación o siembra con poco volumen de agua, entre 0,5 y 1 litro, a partir de los 10-15 días de la germinación o a la semana de la plantación con módulos iniciales entre 1,5 y 2 litros por planta, finalizando los últimos 10 riegos de la primera fase del ciclo vegetativo con 2,5 litros por planta. Lo cual coincidió con la cantidad de agua suministrada en este estudio.

El riego se realizó de manera manual y el acolchado de plástico ayudo a la retención de una buena humedad en el suelo evitando las pérdidas por evapotranspiración (Silva y Acevedo, 2000) por lo que no se presentó déficit hídrico en las plantas de melón.

8.9.4 Plagas

Las plagas presentes en el cultivo del melón fueron diversas (Cuadro 12), para lo cual se aplicaron *in situ* biopreparados para su control. El biopreparado, la dosis y el momento de aplicación dependieron del tipo de plaga (Cuadro 12). La aplicación del insumo orgánico Bugclean, los macerados de algunas plantas y el caldo bordelés se aplicaron de manera foliar, con una mochila fumigadora (Fig.30).

Cuadro 12. Plagas presentes en el cultivo en diferentes etapas de la planta de melón.

PLAGA	CONTROL	FRECUENCIA
Cochinilla (<i>Armadillidium vulgare</i>)	Gajos de toronja	Cada 8 días
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Bugclean (insumo orgánico). Macerado de ajo, jabón potásico y aceite. Macerado de crisantemo 	<ul style="list-style-type: none"> Diario Alternado
Hongos (<i>Cladosporium spp</i> y <i>Alternaria spp.</i>)	Caldo bordelés.	2 veces durante la etapa de fructificación (con duración de 2.5 meses) y cosecha

Se logró controlar a la cochinilla (*Armadiidium vulgare*) colocando gajos de toronja en los extremos de la cama de cultivo, así como en las partes medias se colocaron frascos de vidrio que contenían los gajos de toronja. La cochinilla por lo general no es considerada una plaga del melón, en este experimento, sí se tomó en cuenta ya que al momento del transplante de las plantas de melón, las cochinillas se comían las hojas y el tallo. Las cochinillas fueron atraídas por los gajos de toronja por lo que se tuvo éxito en alejarlas del cultivo.

Para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) se hicieron biopreparados en donde se utilizó una cabeza de ajo en un litro de agua y se agregó una cucharada de jabón potásico y una cucharada de aceite de cocina. El resultado obtenido con este biopreparado fue el de la reducción de mosca blanca, pero no la exterminó por completo, para ello se realizó una cocción de crisantemo donde se utilizaron siete flores con todo y tallo en un litro de agua, esta cocción ayudó a controlar a la plaga.

También se utilizó el insumo orgánico Bugclean un mililitro en 10 litros de agua, este insumo tuvo el mismo efecto que los biopreparados anteriores.

En el caso del hongo *Alternaria* spp. y *Cladosporium* spp se preparó el caldo bordelés y se aplicó al cultivo con una mochila fumigadora, a pesar del daño avanzado, se logró controlar el hongo. Éste permaneció en las hojas y en algunos tallos, pero ya no se esparció a las hojas nuevas ni a los frutos.

Torres *et al.*, (2008), reporta que el moho foliar *Cladosporium* spp, provoca una enfermedad que normalmente se presenta en el cultivo de jitomate bajo condiciones de invernadero y que en ataques graves, gran parte de la superficie foliar queda inutilizada para realizar la fotosíntesis, lo que se traduce en un descenso en el rendimiento y en la calidad del fruto. Almodóvar (2005), por su parte menciona que *Alternaria* spp., es un hongo particular de todas las cucurbitáceas, resultando muy común en sandía.

El hongo *Alternaria* spp. es más común en áreas con lluvias frecuentes y altas temperaturas; los conidios del hongo se forman luego de períodos de alta humedad relativa (Almodóvar, 2005). En este trabajo, dentro del invernadero durante el mes de julio, en la época de lluvias, se generaron las condiciones ambientales óptimas para que se desarrollara este hongo, ya que la humedad relativa se registró en un 80-90 % por las mañanas y en la tarde de 38-40 %.



Figura 30. Control de plagas y aplicación de biopreparados.

8.10 Cosecha

El cultivo de melón presentó seis cosechas de frutos maduros (Fig.31), durante los meses de mayo y junio, el número de frutos por cosecha fue diferente ya que algunos frutos maduraban más rápido que otros (Cuadro 13).

Cuadro 13. Cosechas y número de frutos obtenidos por cosecha en el cultivo de melón.

Número de cosecha	Número de frutos	Tiempo (días después del trasplante)
1	2	93
2	6	121
3	14	124
4	4	128
5	5	132
6	2	150

Algunas características externas que se tomaron en cuenta para determinar la madurez del melón fueron:

- Marchitamiento de la hoja más cercana al fruto.
- Aparición de una grieta en la unión del pedúnculo con el fruto, que poco a poco se va haciendo circular.
- La zona del pedúnculo cercana al tallo se hace más flexible y los tejidos del fruto de la zona opuesta ceden a la presión del dedo y cambian de color.
- Reticulación de la cáscara (León, 2007).



Figura 31. Cosecha de frutos maduros de melón.

8.11 Rendimiento

Se cosecharon 33 frutos en total de 32 plantas, obteniendo un promedio de un fruto por planta, este resultado es bajo comparado con Ibarra *et al.*, (2001) en donde se presentan en promedio 3.25 frutos por planta y León (2007) donde reporta 7 frutos por planta en promedio. En cuanto al peso promedio de los frutos de 389.2 gramos. El peso total de los 33 frutos fue de 12.419 kg, en una cama de cultivo de 6 m², con un rendimiento de 2.06 kg/m², este resultado está por debajo del que reporta Ibarra (2001), en un cultivo rastro a cielo abierto, de 7.77kg/m² y León (2007) reporta con un cultivo de melón en tutor 12.25 kg/m².

8.12 Contenido de grados Brix

La dulzura (altamente correlacionada con el contenido de azúcares), es el atributo más importante correlacionado con el sabor y las preferencias globales del consumidor de melón (Potisek *et al.*, 2013).

De acuerdo con Reche (2009) no solo para determinar la madurez de los frutos de variedades pequeñas de melón cantalupe, se toma en cuenta el contenido de azúcar, también se considera el color de la pulpa, ésta debe ser asalmonada o color zanahoria. Como norma general, los azúcares totales medidos con el refractómetro han de oscilar entre 12 y 14° Brix; aunque hay variedades en que el grado de azúcar alcanza fácilmente 16° Brix para el caso de España.

El valor promedio de azúcar contenido en los melones de este trabajo (n=33) fue de 7.3 °Brix, estos resultados estuvieron por debajo de los 12° Brix de azúcares totales de los melones bajo el manejo convencional propuestos por Reche (2009); sin embargo los valores de los sólidos solubles utilizando te de bocashi en este experimento, están dentro de los valores reportados por Potisek *et al.* (2013), ya que registran que al fertilizar las plantas de melón con ácidos fúlvicos y húmicos los valores de °Brix son más bajos y pueden alcanzar 9-10 °Brix, por ejemplo, Moreno (2014) reporta un promedio de 8.3 °Brix al utilizar vermicompost, mientras que Ávalos (2004) evaluando polinización de melón con acolchado obtuvo valores que oscilan entre 7.9 – 9.6 °Brix.

Por otra parte Sosa (2014) menciona que entre los factores que pueden afectar en la formación de azúcares en la fruta están: área foliar reducida, incidencia de enfermedades, exceso de humedad, días nublados y, falta de agua en la planta; entre otros.

8.13 Tamaño de los frutos

El histograma y polígono de frecuencias con relación al tamaño de los frutos (Fig. 32), muestra que la mayoría de los frutos cosechados se encuentran en un rango de entre 8.1cm y 9 cm de diámetro ecuatorial.

Según Leñado (1978), el fruto es científicamente un pepónide provisto de abundantes semillas su forma puede ser redonda ovalo aplanada por los polos y dimensiones muy variables, desde el tamaño de una manzana hasta 40 cm de diámetro mayor.

Por otro lado SAGARPA (2010), presenta una tabla en donde el tamaño de los melones se determina en base a su diámetro ecuatorial o alternativamente al número de unidades en un envase; en donde el método de prueba es el conteo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Clasificación por tamaño en función del diámetro ecuatorial para melón en envase de cartón y/o madera (SAGARPA, 2010).

Número de unidades por envase	Intervalo del diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro ecuatorial promedio (cm)
6	19.7 – 16.8	18.2
9	16.7 – 15.7	16.2
12	15.6 – 14.8	15.2
14	14.7 – 13.7	14.2
15	13.6 – 13	13.3
18	12.9 – 12.3	12.6
23	12.2 – 11.4	11.8
28	11.3 – 10.9	10.8
30	10.8 – 9.9	10.3
32	9.8 – 9.2	9.5
36	9.1 – 8.3	8.7
39	8.2 – 7.8	8
40	7.7 – 7.3	7.5

Basándonos en lo anterior y, observando los resultados representados en el histograma y polígono de frecuencias (Fig. 31), podemos decir que los melones obtenidos en este trabajo se encuentran dentro de lo establecido, ya que la mayoría de los frutos obtuvieron un tamaño de diámetro ecuatorial de 8.1cm a 8.6 (figura 33).

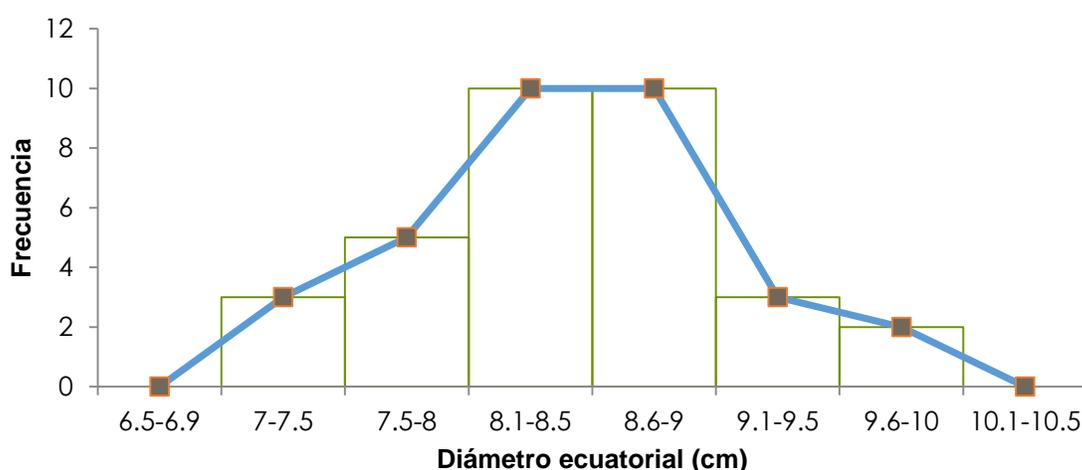


Figura 32 histograma y polígono de frecuencias con relación al tamaño de los frutos



Figura 33. Tamaño de los frutos.

8.14 Índice de cosecha

El índice de cosecha fue de 263.37, este índice se refiere al punto óptimo en que un producto puede ser cosechado, sin que se afecte la madurez de consumo, para el caso del melón no se encuentran trabajos relacionados donde obtengan el índice de cosecha.

8.15 Índice de Dickson

El valor del índice fue de 0.13. No se encuentran trabajos relacionados con el cultivo de melón que den un valor del índice de Dickson, por lo que no se puede comparar el resultado obtenido en este trabajo.

Fisiológicamente este índice indica el equilibrio entre la raíz y la parte aérea de la planta, entre mayor sea el valor mayor es la calidad de la planta, ya que el desarrollo de la planta es elevado y al mismo tiempo, la fracción aérea y radical están equilibradas (Reyes et al., 2005).

8.16 Índice costo beneficio

En el cuadro 15 se presentan los costos de operación del cultivo de melón. Se cosecharon 33 frutos, el costo de cada fruto tendría que ser de \$ 31.78 pesos, con este costo se obtiene un valor del índice de 1, lo que quiere decir que no se tienen ganancias ni pérdidas.

Prácticas manuales como el riego, la polinización y el tutorado elevaron los costos de producción, de igual manera, la aparición de los hongos *Alternaria spp.* y *Cladosporium spp.* afectaron la formación de flores y la madurez de frutos, por lo que no se obtuvo un índice costo/beneficio rentable.

El riego por goteo, la polinización por abejas y manejar el cultivo rastrero en lugar de tutorado, son algunas alternativas que podrán disminuir los costos de producción.

Cuadro 15. Costos de producción para el cultivo del melón var. Cantalupo.

CONCEPTO	Unidad	Precio unitario	Cantidades	Costo \$\$ M.N.	Subtotales \$\$ M.N.
Agar bacteriológico	gramos(500)	2000	4	16	
Semillas	pieza	.8	40	32	48
Biofertilizantes					
Bocashi	kg	10	6.5	65	
Turba	kg	29	.250	7.2	
Lombricomposta	kg	30	.250	7.5	
Te de plátano	litro	2	57.6	115.2	194.9
Bioplaguicidas					
Toronja	kg	10	1	10	
Preparado de crisantemo	litro	7	4	28	
Preparado de ajo	litro	6	3	18	
Caldo Bordelés	litro	2.5	20	50	
Bugclean®	litro	250	.076	19	125
Materiales					
Cajas Petri	pieza	4	4	16	
Almácigo	pieza	45	1	45	
Acolchado de plástico	pieza (1.20m por 915m)	1600	16(m)	27.9	
Alambre	pieza	20	1	20	
Rafia	pieza	90	.150	13.5	
Ganchos	pieza	0.35	32	11.2	
Bote de plástico	pieza	15	2	30	
Vaso de precipitado	pieza	55	1	55	218.6
Mano de obra					
Preparación de la cama biointensiva	hora	8.41	2	16.8	
Riego	hora	8.41	20	168.2	
Trasplante	hora	8.41	1	8.4	
Tutorado	hora	8.41	6	50.4	
Biofertilización	hora	8.41	13	109.3	
Polinización	hora	8.41	11	92.5	
Cosecha	hora	8.41	2	16.8	462.4
				Total	1,048.9

8.17 Correlaciones entre las diferentes variables de respuesta

El análisis de correlación indicó que el tamaño del fruto no depende de la altura de la planta ($r = -0.0011$; $t = 0.0044$; $P = 0.99$) o el diámetro del tallo ($r = -0.03$; $t = 0.14$; $P = 0.88$) como se muestra en las figuras 34 y 35. Asimismo, no se registró una correlación entre el tamaño del fruto y los grados Brix ($r = -0.19$; $t = 0.55$; $P = 0.59$) figura 36. Por otro lado, el análisis de correlación indicó que el número de frutos incrementó de forma significativa ($r = 0.43$; $t = 3.08$; $P = 0.0035$) conforme hay mayor radiación fotosintéticamente activa (PAR; figura 37), en especial cuando los niveles están en $800 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ y $1000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ entre los meses de cultivo (T3 y T4) como lo indicó el análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA $F=15.91$, $P = 0.00002$ (Fig. 38).

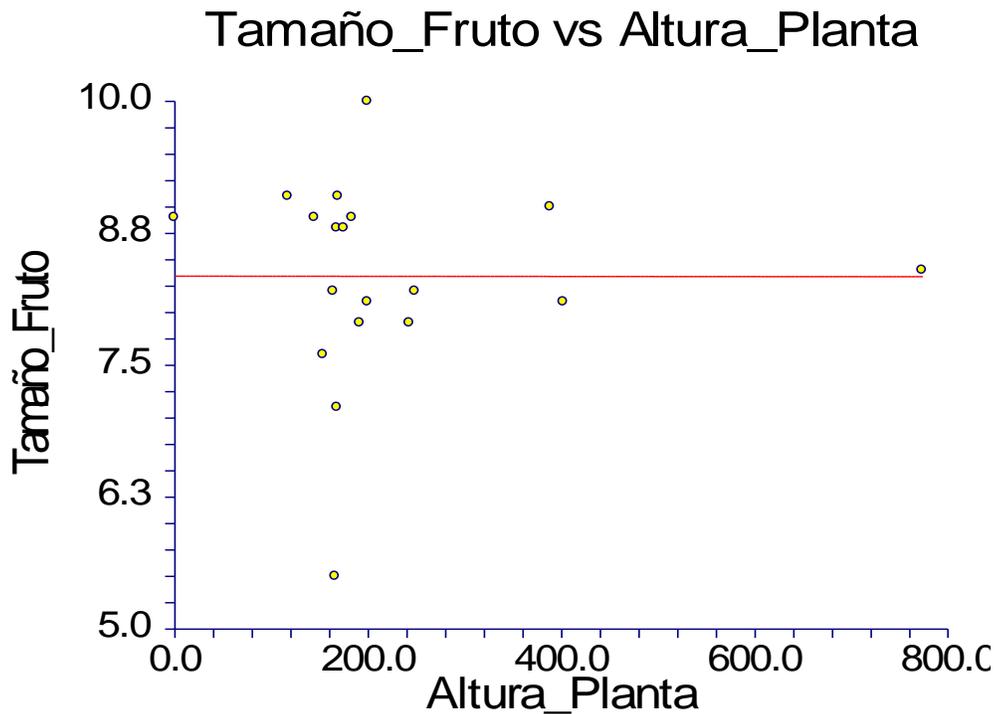


Figura 34. Correlación entre tamaño del fruto y altura de la planta.

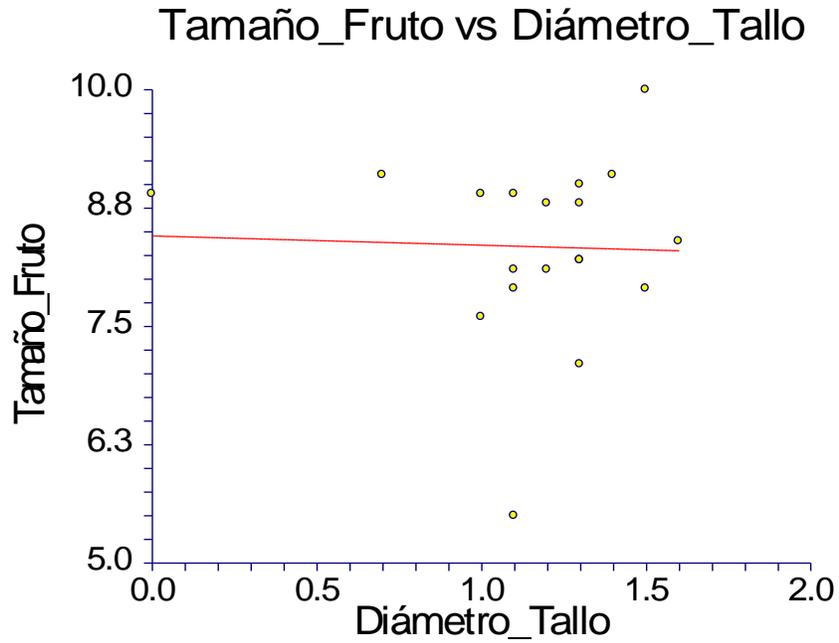


Figura 35. Correlación entre el tamaño del fruto y diámetro del tallo.

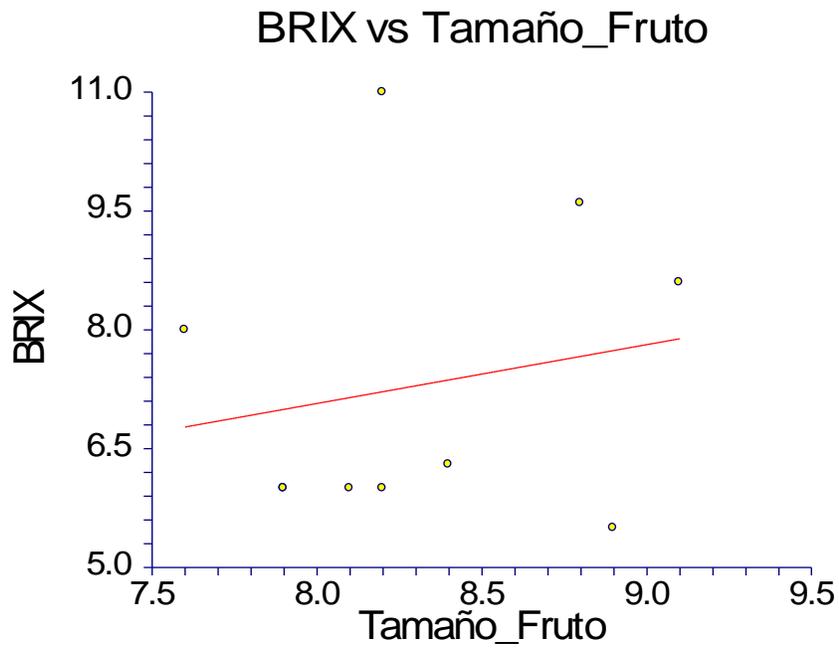


Figura 36. Correlación entre grados Brix y tamaño del fruto.

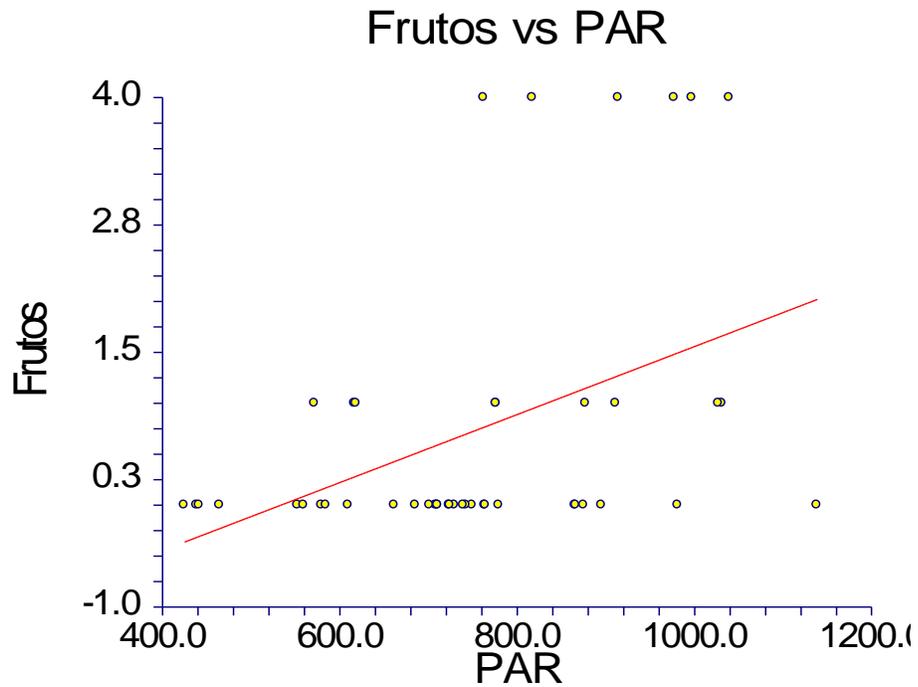


Figura 37. Correlación entre número de frutos y PAR (radiación fotosintéticamente activa).

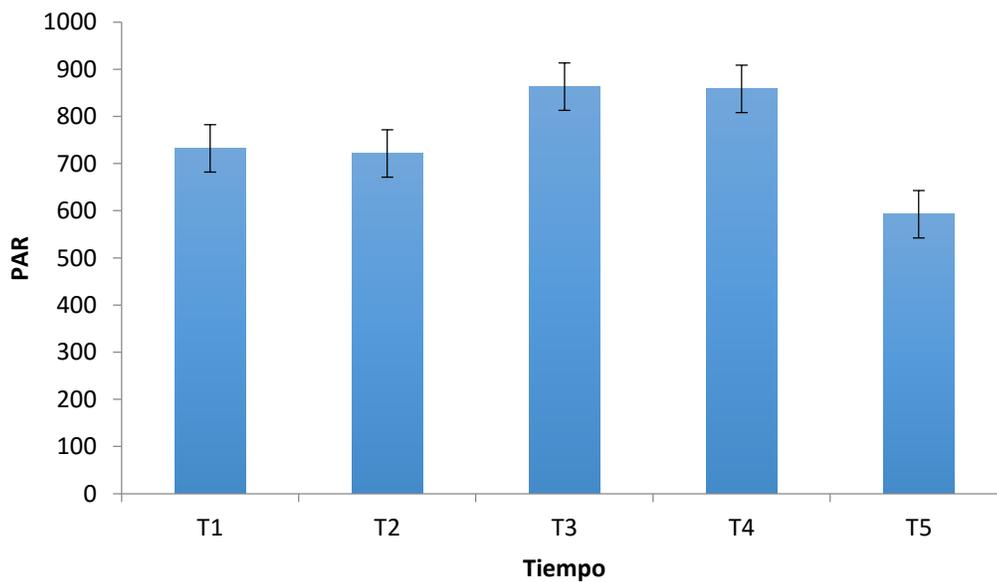


Figura 38. ANOVA para la relación PAR vs tiempo. (T1= febrero, T2= marzo, T3= abril, T4= mayo, T5= junio).

8.18 Paquete biotecnológico para el cultivo de melón orgánico

Generalidades

Botánica

Nombre científico: *Cucumis melo* L. var. *Cantalupensis*

Familia: *Cucurbitaceae*

Origen: No hay un criterio homogéneo en lo referente al origen del melón, aunque algunos autores aceptan que el melón tiene un origen africano

Ciclo de vida: Anual

Tamaño de las plantas: Altura 208.8 cm y diámetro 1.1 cm.

Periodo vegetativo a cosecha: 93 días después del trasplante.

Duración de la cosecha: 25 días.

Envases utilizados en cosecha: Cajas de plástico.

Destino de la producción: Autoconsumo.

Autoconsumo: pulpa del fruto.

Valor nutricional (cantidad por 100 g):

Calorías: 34

Grasas totales: 0.2 g

- Ácidos grasos saturados 0.1 g
- Ácidos grasos poliinsaturados 0.1g

Sodio: 16 mg

Potasio: 267 mg

Hidratos de carbono: 8 g

- Fibra alimentaria 0.9 g
- Azucares 8 g

Proteínas: 0.8 g

Vitamina A	3382 IU	Vitamina C	36.7 mg
Calcio	9 mg	Hierro	0.2 mg
Vitamina B6	0.1 mg	Magnesio	12 mg

Época de trasplante: Enero (plantas de 5 cm de altura o con dos hojas).

Densidad de plantas: 30 cm entre plantas (siembra a tresbolillo).

IX. Conclusiones

- El cultivo orgánico de melón en sistema de tutoreo permite el crecimiento adecuado de la planta de melón, con producción de follaje, pero con una floración escasa y por ende un fructificación modesta.
- El rendimiento del melón fue bajo con un promedio de un fruto/planta
- La calidad de los melones obtenidos fue adecuada con base al contenido de grados Bryx
- El tamaño de los frutos fue pequeño, en comparación a los de la agricultura convencional
- Los factores limitantes en el cultivo orgánico del melón, fueron: la abscisión de flores que fue ocasionada por falta de fecundación, la escasa polinización y el pequeño tamaño del fruto que fue provocado por la alta humedad relativa, así como la susceptibilidad a los hongos.
- Los abonos orgánicos, de acuerdo a su composición nutrimental no fueron limitantes para el desarrollo del cultivo.
- El cultivo orgánico por tutoreo, no permitió frutos semejantes en tamaño a los comerciales en la agricultura convencional y no resultó rentable económicamente.
- El paquete biotecnológico generado, está dirigido para la producción solo para autoconsumo

X. Referencias

Aguado G., Etchevers J., Hidalgo C., Galvis A. (2002). *Dinámica del potasio en suelos agrícolas*. *Agrociencia*, 36, 11-21.

Alvarado, P. (2008). *Melones y sandías*. Santiago, Chile: Innova.

Apoyos y Servicios a la Comercialización (ASERCA). (2000). "El melón mexicano ejemplo de tecnología". *Claridades Agropecuarias*, 84, 3-32

Ávalos., D. A. (2004). *Polinización de melón con abejas melíferas (Apis mellífera L) en la comarca lagunera*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

Beckles, D.M., (2012). *Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit*. *Postharvest Biology and Technology*, 63, 129-140.

Bertsh F... (2005). *Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización*. *Informaciones Agronómicas*, 57, 1-16.

Birchler T., Royo A., Pardos M... (1998). *LA PLANTA IDEAL: REVISION DEL CONCEPTO, PARAMETROS DEFINITORIOS E IMPLEMENTACION PRÁCTICA*. *Invest. Agr*, 7, 1-2.

Bohinsky R.C. (1978). *Bioquímica*. México: Fondo educativo interamericano.

Borge M. (2012). *Agricultura orgánica: solución de sostenibilidad*. *Éxito Empresarial*, 196, 1-3.

Bruton B., Russo V. (1998). *Carbohydrate Partitioning, Cultural Practices and Vine Decline Diseases of Cucurbits*. USA: United States Department of Agriculture.

Cano R. P., Hernández H. V., C. Maeda M. (1993). *Avances en el control genético de la cenicilla polvorienta del melón (Cucumis melo L.) en México*. *Horticultura Mexicana*, 2, 27-30.

Cervilla L. (2009). *Respuesta fisiológica y metabólica a la toxicidad por boro en plantas de tomate*. *Estrategias de tolerancia*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Granada. España.

Chavarría L. (2010). *Melón*. Honduras: Programa Desarrollo Económico Sostenible en Centroamérica.

Chávez C. (2001). *Polinización en Cucurbitáceas*. Sonora, México: INIFAP-SAGAR.

Duran F. (Sin año). *Seguridad alimentaria cultivando hortalizas*. Colombia: Grupo Latino Editores S.A.S.

Espinal C., Martínez H. y Espinosa D. (2005). La cadena de cultivos ecológicos en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-200. Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia.

Espinoza J, Lozada M. y Leyva S. (2011). Posibilidades y restricciones para la exportación de melón cantaloupe producido en el municipio de Mapimí, Dgo., México al mercado de los Estados Unidos. Revista Mexicana de Agronegocios, 15, 593-604.

Félix J. A., Sañudo R. R., Rojo G. E., Martínez R. y Olalde Portugal. (2008). Importancia de los Abonos Orgánicos. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai, 4, 58 y 59.

FONCODES. (2014). Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus. Perú: Fondo de cooperación para el desarrollo social.

Fondo para la Protección del Agua (FONAG). (2010). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Ecuador: FONAG.

Gamboa, W. (2005). Producción agroecológica: una opción para el desarrollo del cultivo del Chayote. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Gliessman, S.R. (2002). Agroecología. Procesos ecológicos en la agricultura sostenible. Costa Rica: Turrialba.

*Gómez, A. y Tovar, X. (2008). Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.*

Gonzálves V. (2008). La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Valencia, España: SEAE.

Guerrero R. J. C. (2004). "Melón y Sandía". Productores de Hortalizas, 9, 62-70.

Harmann H. T., Kester D. E., Davies, F. T. Jr. y Geneve R.L. (2000). Plant propagation: principles and practices. Estados Unidos: Prentice Hall, Upper Saddle River.

Huitrón M. (2009). El injerto en el cultivo de melón y sandía como alternativa al uso de bromuro de metilo. México: SEMARNAT.

Ibarra L., Flores J., Quezada Ma. (2001). *Desarrollo y rendimiento de melón (Cucumis melo L.) Con relación al tiempo de permanencia de la cubierta flotante. Revista Chapingo, Serie Horticultura, 7, 95-109.*

INIFAP. (2002). *El melón: Tecnologías de producción y comercialización... México: SAGARPA-INIFAP.*

Japon J. (1982). *Cultivo de melón y sandía. Madrid, España: Ministerio de Agricultura y Pesca.*

Jeavons, J. (2002). *Cultivo Biointensivo de alimentos. Estados Unidos: Ecology Action of the Mid-Peninsula.*

Jhorar, B., S., Phogat, V., Malik, E... (1991). *Kinetics of composting rice straw whit glue waste at different C/N ratios in a semiarid enviroment. Arid Soil Res. Rehabil, 5, 297-306.*

Kolmans E. Y Vásquez D. (1999). *Manual de Agricultura Ecológica .Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Cuba: Grupo de Agricultura Orgánica de ACTAF.*

Lassaletta L. y Rovira J. (2005). *Agricultura industrial y cambio global. El ecologista, 45, 52-55.*

Leñado. (1978). *Hortalizas de fruto. Manual de cultivo urbano. España: Del VACHHI*

León G. F... (2007). *Guía Práctica de Manejo de Melón Cantaloupe Cultivado en Suelo, Bajo Condiciones de Invernadero en el Campus de la UAQ Amazcala. México: Centro Universitario Querétaro.*

Molina E. (2006). *Efecto de la nutrición mineral en la calidad del melón. Informaciones agronómicas, 63, 1-16.*

Moreno R. A., García G. L., Cano R. P., Martínez C. V., Márquez H. C., Rodríguez D. N. (2014). *Desarrollo del cultivo de melón (Cucumis melo) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 2, 163-173.*

Muro J.C. (2016). *Producción de jitomate (Lycopersicum esculentum Mill var. CID F1), con aplicación de un fermento de frutas como biofertilizante, bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de México. México.*

Nájera, O. (2002). *El café orgánico en México. Una alternativa para los productores indígenas en la economía globalizada. Redalyc, 48, 59-75.*

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *Los Biopreparados para la Producción de Hortalizas en la Agricultura Urbana y Periurbana*. Roma, Italia: FAO.

Orozco M. (2014). *El huerto urbano, cultivo ecológico. Modelos para su establecimiento en balcones, paredes, terrazas y azoteas*. México: UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Picado J., Añasco A. (2005). *Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos*. San José, Costa Rica: CEDECO.

Potisek M., Gonzáles G., Velásquez V., Rodríguez H., López A... (2013). *Producción de Melón (Cucumis melo L.) Bajo Condiciones de Bioespacio ó Casa-sombra*. México: CENID-RASPA.

Pulido O. (2006). *Evaluación de diferentes concentraciones de urea y sulfato de magnesio en plata joven de pepino (Cucumis sativus L.) y melón (Cucumis melo L.) Bajo condiciones de invernadero*. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Sonora. México.

PYMERURAL Y PRONAGRO. (2011). *Abonos Orgánicos*. Honduras: PRONAGRO.

Ramírez- Vallejo, P. y Kelly, J.D. (1998). *Traits related to drought resistance in common bean*. Estados Unidos: Euphytica.

Reche, J. (2009). *Cultivo del melón en invernadero*. España: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Reyes, J., A. Aldrete, V. Cetina y J. López. (2005). *Producción de plántulas de Pinus pseudostrobus var. Apulcensis en sustratos a base de aserrín*. *Revista Chapingo*, 2, 105-110.

Reyes J, Cano R. (2000). *La polinización de los cultivos por abejas*. México: SAGARPA.

Robles T., Rodríguez L., Martínez J. (2005). *Desarrollo vegetativo del melón (Cucumis melo L.) establecido por transplante con guiado vertical y acolchado plástico en la comarca lagunera*. *Revista Chapingo Series Zonas Áridas*, 4, 15-20.

Rodríguez M, Flórez V. (2004). *Ferti-riego: tecnologías y programación en agroplasticultura*. Colombia: CYTED.

Romero S.H. (2014). *Producción de melón con abonos orgánicos y riego por cintilla en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Torreón, Coahuila, México.*

Ruiz, C. (2009). *El melón: cultivo y poscosecha en Venezuela. Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Maracay...*

Ruiz, T.J. (1996). *Evaluación de Proyectos Agropecuarios. México: Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. UACH*

Sáenz J., Villaseñor F., Muñoz H., (2010). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. México: INIFAP.*

SAGARPA. (2002). *El melón: Tecnologías de Producción y Comercialización. Coahuila, México: CELALA, CIRNOC, INIFAP.*

SAGARPA. (2010). *Información técnica de melón mexicano para la exportación. México: SENASICA.*

Salas J.A. (2011). *Compartiendo nuestras experiencias en investigación participativa. Caso: Cultivo del melón en San José de los Ranchos. Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).*

Salisbury F., Ross C. (2000). *Fisiología de las plantas 1. Células: agua, soluciones y superficies. Madrid, España: Paraninfo.*

Sarmentero J. y Molina M. (2012). *La agricultura ecológica. Revista UPM Universidad Politécnica de Madrid, 23, 7-12.*

Schneider, K., Rosales, R., Ibarra, F., Cázares, B., Acosta, J.A., Ramírez, P., Wassimi, N. and Kelly, J.D. 1997. *Improving common bean performance under drought stress. EUA: Crop Sci.*

Silva P., Acevedo E. (2000). *Manual de estudio y ejercicios. Chile: ANTUMAPU.*

Sosa H. (2014). *Rendimiento del cultivo de melón honey dew híbrido 252 hq, utilizando hormonas reguladoras de crecimiento en dos etapas fenológicas; La Fragua, Zacapa. Tesis de Licenciatura, Universidad Rafael Landívar. Guatemala.*

Torres E., Iannacone J., Gómez H. (2008). Biocontrol de moho foliar del tomate *Cladosporium fulvum* empleando cuatro hongos antagonistas. *Bragantia*, Campinas, 67, 169-178.

Valantin. (1999). Melones: Guía de Horticultura. Estados Unidos: Universidad Estatal de Iowa.

Vásquez P. D. (2008). Producción y evaluación de cuatro tipos de abonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

Whitaker T.W. (1931). Sex Ratio and Sex Expression in the Cultivated Cucurbits. *American Journal of Botany*, 18, 359-366.

Yamada T. (2004). DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIENTES, OCURRENCIA, DETECCIÓN Y CORRECCIÓN: "El éxito de la experiencia brasilera"¹. *Informaciones Agronómicas*, 9, 1-23.

Net grafía

Almodóvar W. (2008). Enfermedades de las Cucurbitáceas. 2015, de Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas Sitio web: <http://acamedic.uprm.edu/walmodovar>

Castillo S. (2002). EFECTO DE LA DISTANCIA DE LAS COLMENAS DE ABEJAS (*Apis mellifera*) A LOS ÁRBOLES DE PALTO (*Persea americana* Mill) Y EFECTO DE UN SEGUNDO INGRESO DE COLMENAS DE ABEJAS AL HUERTO DE PALTOS, SOBRE EL NÚMERO DE ABEJAS ENCONTRADAS EN LAS FLORES DE PALTO. 2016, de Avocadosource Sitio web: http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/a-b-c/castillosergio2002.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP. (2012). Cultivo de melón. 2014, de Inifap Sitio web: <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?fuseaction=browse&id=3250762&pageid=55>

CONABIO. (2011). Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) . junio 2014, de CONABIO Sitio web: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta_SIOVM.html

