

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ECOLÓGICA**

Producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L., tipo inodorus cv. honey dew) en ambiente semi-protegido en Pococí, Limón, Costa Rica.

Karol Yorleny Arias Valverde

Heredia, 2023.

Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador del Posgrado en Agricultura Ecológica de la Escuela de Ciencias Agrarias, para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Agricultura Ecológica.

Producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L., tipo inodorus cv. honey dew) en ambiente semi-protegido en Pococí, Limón, Costa Rica.

Karol Yorleny Arias Valverde

Tesis presentada para optar al grado de *Magister Scientiae* en Agricultura Ecológica. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

[M.Sc. Randall Gutiérrez Vargas /Dra. Damaris Castro García /Dr. Jorge Herrera Murillo/ Dr. José Vega Baudrit /Dr. Greivin Rodríguez Calderón/ Dra. Rocío Castillo Cedeño]
Representante del Consejo Central de Posgrado

Ph.D. Martha Orozco Aceves
Coordinadora Maestría en Agricultura Ecológica

M. Sc. Carlos Luis Rodríguez Valverde
Tutor (a) de tesis

M. Sc. María Gabriela Soto Muñoz
Miembro del Comité Asesor

M. Sc. Marco Antonio Chacón Carrillo
Miembro del Comité Asesor

Ing. Karol Yorleny Arias Valverde
Sustentante

Descriptorios

Agricultura orgánica, bioestimulantes, ambiente semi-protegido, Honey dew, calidad de suelo.

Resumen

Se determinó la factibilidad agronómica y económica del cultivo orgánico de melón (*Cucumis melo* L., tipo Inodorus cv. Honey dew) en ambiente semi-protégido en el cantón de Pococí, Limón, Costa Rica. Específicamente, el ensayo se estableció en la finca Finmac S.A. la cual a pesar de no estar localizada en la zona melonera del país (Pacífico norte y central) desea incluir este producto dentro de su programación de cultivo de productos orgánicos. Los aspectos agronómicos que se evaluaron fueron la distancia de siembra entre plantas a 0,3; 0,4 y 0,5 m, y el tipo de fertilización con tres manejos diferentes (el primero con 100% abono orgánico tipo compost, el segundo con 80% abono orgánico tipo compost + 20% BioFeed Base y el tercero con 80% abono orgánico + 10% BioFeed Base + bioestimulantes). El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con arreglo factorial 3×3 con tres repeticiones. El bloqueo se estableció debido a diferencias en el régimen de sombra del terreno donde se estableció el ensayo. En la etapa inicial se dio un porcentaje de mortalidad muy alto de plántulas, sólo el 65% llegaron a etapas adultas. Al final del ciclo de cultivo, el análisis de varianza mostró diferencias significativas en el peso promedio de los frutos según la distancia de siembra y el tipo de fertilización ($P \leq 0,05$). A mayor distancia de siembra se obtuvieron frutos más pesados. Por otro lado, el tratamiento fertilización 80% abono orgánico + 10% BioFeed Base + bioestimulantes también promovió frutos con los pesos más altos. En general, los calibres de los frutos se encontraron entre 9 y 13, aptos para la comercialización en mercados europeos. El contenido promedio de sólidos solubles en los frutos y el grosor de la pulpa mostraron diferencias significativas de acuerdo con el tipo de fertilización, siendo los tratamientos con 100% abono orgánico tipo compost y 80% abono orgánico tipo compost + 20% BioFeed Base los que mostraron mejores resultados. No hubo diferencias significativas de acuerdo con los tratamientos probados en las variables: número de frutos cuajados y cosechados por m^2 , así como el rendimiento (kg/m^2), longitud ecuatorial y polar interna y externa de la fruta, y dureza. Todos los tipos de fertilización mostraron mejoras en las condiciones microbiológicas de suelo al

finalizar el ciclo de cultivo en comparación con el análisis previo al estudio; sin embargo, el tercer tipo de fertilización 80% abono orgánico + 10% BioFeed Base + bioestimulantes promovió una mejora substancial de la calidad microbiológica del suelo. La combinación de tratamientos que resultó en la mayor relación costo-beneficio fue la de 0,4 cm entre plantas y 80% abono orgánico + 10% BioFeed Base + bioestimulantes; con un 57% de incremento sobre los costos y un rendimiento de 22,3 TM/ha.

Abstract

The results of this investigation showed there is feasibility, in both agronomical and economical aspects of organic production of melon (*Cucumis melo* L, Inodorus cv. type. Honey dew) in a semi-protected environment in Pococí, Limón, Costa Rica. Three planting distances of (0.3, 0.4 and 0.5 m) were evaluated, and also three types of fertilization (100% organic compost fertilizer type, 80% fertilizer compost type + 20% Biofeed Base and 80% compost + 10 % Biofeed Base + bioestimulants). It was used a randomized complete block design in a 3x3 factorial arrangement with three replications. A very high mortality percentage occurred only in 65% of the plants that reached adult stages. Variance Analysis showed significant differences in the average weight of the fruits according to the planting distance and the type of fertilization ($P \leq 0.05$). The greater distance from plantations, the more weight can be found. There was also found that the third type of fertilizer had the highest weights. The calibration results obtained were between 9 and 13, making them convenient for marketing in European markets. The average content of soluble solids in the fruit, and the pulp thickness showed a significant difference according to fertilization process, making the second and third type of fertilization, the best for being eligible. Variables were statistically equal according to the number of fruits, harvested by (m²) as well as their yield by (kg / m²), equatorial and polar length, internal and external fruit and hardness. All fertilizations showed an improved microbiological soil conditions at the end of crop cultivation process; however, the third type of fertilization 80% organic fertilizer + 10% BioFeed Base + biostimulants promoted a substantial improvement in the microbiological quality of the soil. Taking in consideration, that the combination of factors that gave the highest benefit-cost ratio was 0.4 m between plants and 80% organic compost + 10% Biofeed + bioestimulants Base; with a 57% of increase over the costs and production of 22, 3 MT ha⁻¹.

Agradecimiento

A Dios por dejarme ser quién soy y por permitir que tantas personas especiales hayan estado, estén y vayan a estar en mi vida, porque de todos he aprendido y todos son parte de mí.

A mi familia que ha estado conmigo en todo momento y que son el motor que me impulsa a ser mejor cada día.

A mis amigos del alma y compañeros, Nanda, Michael, Ginette, Danilo, José Francisco, que siempre están, en las buenas y en las no tanto.

A mi tutor MSc. Carlos Luis Rodríguez Valverde por sus valiosas propuestas y consejos, su apoyo en todo momento, compromiso y las grandes lecciones de vida que siempre me da.

A la MSc. Gabriela Soto Muñoz por el apoyo constante, la entrega, el compromiso y el amor que le pone a todo lo que emprende.

A Marco A. Chacón Carrillo y a Nicolás Stutterheim por darme la oportunidad de aprender con ustedes y sobre todo por la confianza que depositaron y siguen depositando en mí.

A Marco A. Chacón por estar al cien por cien involucrado con este proyecto y todos los que llevamos a cabo, eres un excelente compañero y amigo.

A Hugo Hermelink por abrirme las puertas de su casa y de su finca para la realización de este proyecto.

A Michael López por la amistad y el apoyo estadístico que le dio a esta investigación.

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres Guillermo Arias Salas y Lilliam Valverde Campos que siempre han creído en mí y me han hecho vivir la verdad de que todo es posible con trabajo, esfuerzo, compromiso y amor por lo que uno es y hace.

También a mi madrina Melve Ivette Valverde Campos que ha estado conmigo desde que nací y ha sido una segunda madre para mí y un modelo a seguir.

A mis hermanos Andrey, Dalila y Sarai que están siempre conmigo al igual que mis primos Meilyn y Jorge Luis que son como mis hermanos.

A todos los que de una u otra forma se van a ver beneficiados con este proyecto, para ellos ha sido todo mi esfuerzo porque creo plenamente en trabajar para lograr un mundo mejor y devolverle un poquito al país de todo lo que ha invertido en mí.

Karol Arias Valverde

Índice

Capítulo I: Introducción.....	1
Objetivos de la investigación.....	4
Capítulo II: Marco Teórico.....	5
El melón (<i>Cucumis melo</i> L.).....	5
<i>Generalidades</i>	5
<i>Anatomía de la planta de melón</i>	5
<i>Fenología del cultivo</i>	6
<i>Variedad en estudio</i>	7
<i>Requerimientos del cultivo</i>	7
Requerimientos de clima.....	7
Requerimientos de suelo.....	8
Requerimientos de agua y nutricionales.....	8
<i>Rendimiento</i>	9
Manejo Agronómico del cultivo de melón.....	9
<i>Siembra</i>	9
<i>Fertilización</i>	10
<i>Riego</i>	10
<i>Acolchado</i>	10
<i>Sistema de poda</i>	11
<i>Tutorado</i>	11
<i>Floración y polinización</i>	11
<i>Cosecha</i>	12
<i>Problemas fitosanitarios del cultivo de melón</i>	12

Plagas.....	12
Enfermedades.....	13
Manejo de problemas fitosanitarios del melón.....	14
Uso de biostimulantes.....	16
Ambientes protegidos y semi-protegidos.....	16
Capítulo III: Metodología.....	18
Sitio experimental.....	18
Localización del área de estudio.....	18
Clima.....	18
Suelo.....	18
Material genético utilizado.....	19
Características del ambiente semi-protegido.....	19
Diseño experimental.....	19
Tratamientos.....	20
Establecimiento del ensayo y manejo.....	22
Preparación del terreno, trasplante y fertilización.....	22
Polinización.....	22
Manejo de arvenses, plagas y enfermedades.....	22
Programa de manejo aplicado.....	23
Riego.....	26
Levante de guías y poda.....	26
Cosecha.....	26
Variables de respuesta.....	27
Análisis estadístico y modelo experimental.....	28

Capítulo IV: Resultados y discusión.....	30
Porcentaje de germinación y mortalidad post trasplante.....	30
Variables fenológicas.....	31
<i>Días a floración, cuaje y cosecha</i>	31
Presencia de plagas y enfermedades.....	32
Presencia de entomofauna benéfica.....	33
Variables de rendimiento y calidad.....	36
Peso de los frutos.....	36
<i>Número de frutos cuajados</i>	37
<i>Número de frutos cosechados</i>	38
<i>Rendimiento</i>	39
<i>Variables de calidad de los frutos</i>	40
<i>Comercialización de los frutos</i>	42
<i>Calidad de suelos</i>	43
<i>Análisis microbiológicos</i>	43
<i>Análisis nematológico</i>	43
<i>Análisis costo-beneficio</i>	45
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	46
Conclusiones.....	46
Recomendaciones.....	46
Bibliografía.....	48
Anexos.....	58

Lista de cuadros

Tabla 1. Análisis químico del suelo del área destinada a la producción orgánica de melón en la finca FINMAC de Costa Rica S.A.....	19
Tabla 2. Diseño experimental para la evaluación de producción orgánica de melón (Cucumis melo L., tipo Inodorus cv. Honeydew) en ambiente semi-protegido en Pococí, Limón, Costa Rica...	21
Tabla 3. Programa de manejo para la producción orgánica de melón (Cucumis melo L., tipo Inodorus cv. Honeydew) en ambiente semi-protegido.....	23
Tabla 4. Agua aplicada en litros por planta de melón según su estado fenológico.....	26
Tabla 5. Valores promedio del peso de la fruta de melón (g/fruto) de acuerdo con los tratamientos de distancia de siembra y tipo de fertilización establecidos en el ensayo de producción orgánica en ambiente semi-protegido.....	36
Tabla 6. Peso promedio de frutos de melón (g/fruto) de acuerdo con las distancias de siembra evaluadas.....	37
Tabla 7. Valor promedio de número de frutos cuajados por m ² de acuerdo con los tratamientos distancias de siembra y fertilización.....	38
Tabla 8. Valores promedio de número de frutos cosechados por m ² de acuerdo con los tratamientos de distancia de siembra y fertilización establecidos.....	39
Tabla 9. Valores promedio de rendimiento de producción orgánica de melón (kg/m ²) de acuerdo con los tratamientos de distancia de siembra y fertilización establecidos.....	39
Tabla 10. Variables promedio de calidad de los frutos de melón evaluadas en el ensayo para los tratamientos de distancia de siembra y fertilización.....	42

Tabla 11. Análisis microbiológico de suelos cultivados con melón producido orgánicamente en ambiente semi- protegido.....	43
Tabla 12. Nematodos presentes en suelo de los tratamientos evaluados en la producción orgánica de melón (Cucumis melo L., tipo Inodorus cv. Honey dew) en ambiente semi- protegido..	44
Tabla 13. Relación costo-beneficio para la producción orgánica de melón (Cucumis melo L., tipo Inodorus cv. Honeydew) en ambiente semi- protegido.....	45

Lista de figuras

Figura 1. Ciclo de vida de la planta de melón.....	7
Figura 2. Aleatorización del ensayo de producción orgánica de melón en ambiente semi- protegido. Pococí, Limón, 2016.....	21
Figura 3. Almacigo de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honey dew) para el cultivo orgánico en ambiente semi-protegido.....	30
Figura 4. Trasplante de almacigo de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honey dew) para el cultivo orgánico en ambiente semi-protegido.....	31
Figura 5. Presencia de plagas como áfidos en el cultivo orgánico de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honey dew) en ambiente semi-protegido.....	33
Figura 6. Planta de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) empleada como planta auxiliar para el establecimiento de entomofauna beneficiosa en el cultivo orgánico de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honey dew) en ambiente semi-protegido.....	34
Figura 7. Presencia de entomofauna benéfica en el cultivo orgánico de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honey dew) en ambiente semi-protegido.	35
Figura 8. Determinación de variables de calidad de los frutos obtenidos en ensayo de producción de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honey dew) orgánico en ambiente semi-protegido..	42

Lista de anexos

Anexo 1. Descripción de las características del abono orgánico empleado en la investigación.....	58
Anexo 2. Descripción de las características del producto B!ofeed Base utilizado en tratamientos de la investigación (Ficha Técnica del Producto).....	59
Anexo 3. Descripción de los diferentes bioestimulantes evaluados en el proyecto productivo.....	60
Anexo 4. Descripción de los requerimientos de fertilización del cultivo de melón orgánico, calculados según las necesidades de la variedad, descritos por Bertsch y Ramírez (1997).....	61
Anexo 5. Composición química y características físicas de los fertilizantes orgánicos empleados como fuente principal de nitrógeno.....	62
Anexo 6. Descripción de los tratamientos de fertilización evaluados en el cultivo orgánico de melón	62
Anexo 7. Productos, estrategias y técnicas para el control de plagas en la producción orgánica de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honey dew) en ambiente semi-protegido.....	63
Anexo 8. Productos, estrategias y técnicas para el control de enfermedades en la producción orgánica de melón (<i>Cucumis melo</i> L.).....	66
Anexo 9. Análisis de la varianza correspondiente la variable peso de fruta (g).....	67
Anexo 10. Análisis de varianza correspondiente al número de frutos cuajados por m ² en los diferentes tratamientos.....	69
Anexo 11. Análisis de varianza del número de frutos cosechados por m ² en los diferentes tratamientos.....	70

Anexo 12. Análisis de la varianza correspondiente la variable rendimiento (kg/m ²) de los diferentes tratamientos.....	72
Anexo 13. Análisis de la varianza correspondiente la variable de longitud polar de la fruta.....	74
Anexo 14. Análisis de la varianza correspondiente la variable longitud ecuatorial de la fruta.....	76
Anexo 15. Análisis de la varianza correspondiente la variable grosor de la pulpa de la fruta.....	78
Anexo 16. Análisis de la varianza correspondiente la variable longitud polar interna de la fruta(cm).....	80
Anexo 17. Análisis de la varianza correspondiente la variable longitud ecuatorial interna de la fruta (cm).....	82
Anexo 18. Análisis de la varianza correspondiente la variable dureza de la fruta.....	84
Anexo 19. Análisis de la varianza correspondiente la variable grados brix de la fruta.....	86
Anexo 20. Descripción del uso de las horas laborales de la investigación.....	88
Anexo 21. Estimación de ingresos para la producción orgánica de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honeydew) en ambiente semi-protegido.....	89
Anexo 22. Estimación de costos para la producción orgánica de melón (<i>Cucumis melo</i> L., tipo Inodorus cv. Honeydew) en ambiente semi-protegido.....	90

Capítulo I: Introducción

El melón (*Cucumis melo* L.) es un cultivo apreciado en el mundo por el aroma y sabor de sus frutas. Es de gran importancia económica y social en las regiones tropicales y subtropicales donde se cultiva (Borrego, *et al.*, 2001; Lester, 1997; Monge, 2014; Valdés y Gatica, 2009). El 85% del melón costarricense es destinado a la exportación y el 15% restante se comercializa en el país (Vindas, 2012). Las exportaciones van dirigidas principalmente a países como Estados Unidos, Holanda, Reino Unido, Bélgica, Italia, Alemania y España, como parte de los principales 19 destinos de productos agrícolas costarricenses (Monge, 2014; PROCOMER, 2018). En el 2019, Costa Rica exportó melón variedad Honey dew amarillo y sandía quetzalí orgánicos a Europa por primera vez; además, China está en la mira para expandir los mercados de exportación de estos productos (Arrieta, 2019).

Las mayores zonas productoras de melón en Costa Rica son el Pacífico Norte y Central; ya que presentan buenas condiciones ambientales para el cultivo; por ejemplo, altas temperaturas y baja humedad relativa entre los meses de noviembre a abril, periodo productivo del cultivo, y cuya cosecha coincide con la demanda de la fruta fresca en los países importadores (Molina, *et al.*, 1992; Molina, 2006; Monge, 2014; Valdés y Gatica, 2009; Vásquez, *et al.*, 2006).

En Costa Rica, la producción de melón se ha realizado tradicionalmente a cielo abierto y con un manejo convencional; es decir, se emplean semillas híbridas de alto rendimiento, fertilizantes hidrosolubles, fungicidas e insecticidas sintéticos, entre otras actividades, las cuales son potencialmente contaminantes del ambiente (Sánchez, *et al.*, 1998). En cuanto a área sembrada, esta ha venido decreciendo en el tiempo; por ejemplo, para la temporada 2007-2008, se dio una disminución del 56%. Lo anterior se ha traducido en menores ingresos; de tal manera que, entre 2009 y 2013 las exportaciones pasaron de 75 a 61 millones USD, casi un 20% menos (CANAPEMS, 2009). Monge (2014) señala que lo anterior se ha debido a una suma de factores que incluyen problemas fitosanitarios, efectos del cambio climático, la devaluación del colón frente al dólar estadounidense, la poca

disponibilidad de mano de obra, los altos costos de producción y la competencia con países como Honduras y Guatemala. En el último censo agropecuario (2014) en el país se reportaron 5912 ha del cultivo (Monge, 2014).

La producción orgánica de cultivos como el melón, surge para suplir la demanda de consumidores quienes buscan alimentos libres de sustancias tóxicas, cuya producción sea de bajo impacto ambiental, ya que el manejo convencional afecta negativamente la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la salud pública. Existe una tendencia mundial al incremento en la demanda de alimentos orgánicos o producidos de manera amigable con el ambiente (Moreno, *et al.*, 2014).

El melón producido con un manejo orgánico permite un control eficiente de plagas y enfermedades, protege los suelos, el agua, el ambiente y a los consumidores finales. Por esta razón, este enfoque productivo representa una opción factible para la optimización de los procesos y la reducción de los daños ambientales. Por ejemplo, en los sistemas productivos de melón tanto orgánico como convencional en otras latitudes se produce en primavera y verano a campo abierto, y el resto del año en ambientes protegidos a una mayor densidad de siembra, con uso de tecnología y sistemas en tutorado que dan mayores rendimientos y ciclos de cultivo más prolongados. Bajo este esquema de manejo es posible producir melón todo el año (Botto, 2001; Díaz, 2013; Elizondo, 2010; Santos, *et al.*, 2010). Esto ha permitido precios diferenciados y el desarrollo económico de mercados internacionales, gracias a mejores precios de venta (Espinosa, 2004; Monge, 2014; Zavaleta, 1999).

En Costa Rica, durante los últimos años la demanda de productos orgánicos, incluyendo melón, se ha venido incrementando; sin embargo, es necesario realizar investigación sobre tecnologías productivas adecuadas, para posteriormente realizar actividades de transferencia tecnológica que beneficien al agricultor, y que se traduzcan en mejores ingresos para el sector. Como se mencionó anteriormente, las zonas meloneras tradicionales se ubican en el Pacífico norte y central, donde las condiciones de luminosidad y temperatura son altas durante el verano, y con bajas precipitaciones, lo

que permite producir el cultivo en la ventana de exportación correspondiente al invierno de Europa y Norteamérica. No obstante, existen iniciativas de producción de melón en otras zonas del país, donde las condiciones ambientales difieren. Una de estas iniciativas es la desarrollada por Finmac S.A., que es una finca orgánica certificada que se encuentra ubicada en el Caribe costarricense, en Pococí de Limón, y cuenta con un área de 220 ha con cultivos como cacao, plátano y papaya.

Desde hace algunos años, Finmac S.A. busca incrementar la diversidad de opciones de cultivos orgánicos de exportación de alto valor, por lo que ha existido interés en desarrollar tecnología de manejo para la producción de melón e incluir esta fruta en sus cultivos para comercializar. Si bien, la finca se encuentra fuera del área tradicional de producción de melón, se siembran cultivos similares como sandía en algunas épocas del año. Por esta razón, existe la necesidad de proponer y evaluar una tecnología orgánica en la zona Caribe, para abrir la posibilidad de la producción de este cultivo en una zona donde no se siembra tradicionalmente.

Con base en lo anterior, el objetivo de este proyecto fue determinar la factibilidad agronómica y económica del cultivo orgánico de melón (*Cucumis melo* L., tipo Inodorus cv. Honey dew) en ambiente semi-protegido en el cantón de Pococí, Limón, Costa Rica.

Objetivos de la investigación

General

Determinar la factibilidad agronómica y económica del cultivo orgánico de *Cucumis melo* L., tipo Inodorus cv. Honey dew en ambiente semi-protegido en el cantón de Pococí, Limón, Costa Rica.

Específicos:

- Evaluar diferentes densidades de siembra en el cultivo orgánico de *Cucumis melo* L., tipo Inodorus cv. Honey dew en ambiente semi-protegido.
- Analizar el efecto de diferentes manejos de fertilización en el cultivo orgánico de *Cucumis melo* L., tipo Inodorus cv. Honey dew en ambiente semi-protegido.
- Determinar la relación costo-beneficio de la producción orgánica de *Cucumis melo* L., tipo Inodorus cv. Honey dew en ambiente semi-protegido.

Capítulo II: Marco Teórico

El melón (*Cucumis melo* L.)

Generalidades

El melón es una planta que pertenece a la familia Cucurbitaceae, que está compuesta por 90 géneros y alrededor de 700 especies, dentro de las que se encuentran otros cultivos de importancia agrícola como la sandía (*Citrullus lanatus*), el pepino (*Cucumis sativus*), el chayote (*Sechium edule*) y la calabaza (*Cucurbita* sp.). El melón se encuentra dentro del género *Cucumis* que incluye 40 especies y su nombre científico es *Cucumis melo* (Escalona, *et al.*, 2009; Sánchez, 2006; Santander, 2012). Se trata de una especie con alta variabilidad, que incluye las variedades botánicas *Inodorus*, *Reticulatus* y *Cantalupensis* (Escalona, *et al.*, 2009; Sánchez, 2006). Se cree que su centro de origen es África Tropical, que la India fue su centro de domesticación y que los centros de diversificación fueron Afganistán y China (Monge, 2014). Los melones son una especie de alto valor alimenticio, ya que son frutos ricos en beta-carotenos, precursores de la vitamina A; vitaminas B y C y abundantes en minerales como K, Fe y Mn (Escalona, *et al.*, 2009). Además, posee propiedades laxantes, diuréticas, antioxidantes y calmantes del sistema nervioso (Santander, 2012).

Anatomía de la planta de melón

La planta de melón es de régimen anual, cuyo ciclo de vida se encuentra entre los 60 y 75 días en el trópico; en otras latitudes puede tardar hasta 420 días (Escalona, *et al.*, 2009; Namesny, 1997; Sánchez, 2006). Es una planta herbácea, de porte rastrero, muy vigorosa y de rápido crecimiento (Namesny, 1997; Sánchez, 2006; Santander, 2012).

El sistema radicular del melón posee una raíz pivotante y numerosas raíces laterales, muy ramificadas y de rápido desarrollo. Las raíces se concentran en los primeros 60 cm del suelo (Namesny, 1997; Sánchez, 2006). El tallo de *C. melo* es rastrero, herbáceo, flexible, piloso, con guías gruesas y

pesadas y presencia de zarcillos. Los tallos de segundo orden surgen de las axilas de las hojas del tallo principal y las tres o cuatro primeras guías son las más desarrolladas (Namesny, 1997; Sánchez, 2006).

Las hojas de *C. melo* son grandes, de 10 a 15 cm de diámetro, de una coloración verde-amarillo y algo brillantes; se desarrollan a partir de cada nudo del tallo; son hojas simples, alternas, palmadas y con cinco lóbulos (Sánchez, 2006; Santander, 2012).

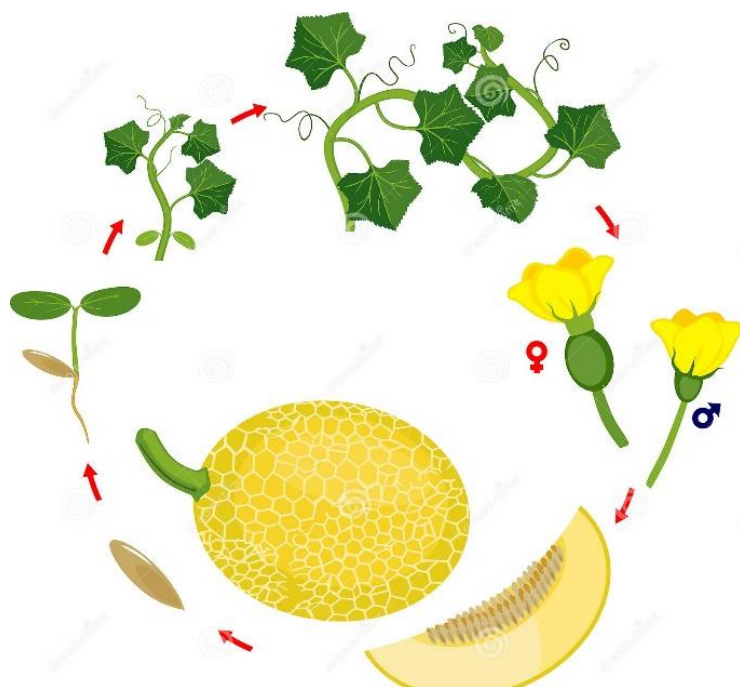
La mayoría de los cultivares de *C. melo* son de floración monoica o andromonoica, con grupos de tres a cinco flores masculinas que aparecen en los entrenudos más bajos (Elizondo, 2010; Gómez, *et al.*, 1997; Maroto, 1986).

Las flores son grandes, el periantio se compone de cinco sépalos, cinco pétalos, libres o connados en una corola simpétala y los pétalos son de un color amarillo intenso (Elizondo, 2010; Maroto, 1986). Las flores son polinizadas por abejas y otros insectos (Elizondo, 2010). El fruto de *C. melo* es tipo baya pepónide, muy diverso en forma (redondos u oblongos), textura (de cáscara lisa y rugosa o reticulada) y color (amarillo, naranja y verde). Cuando el fruto está en su punto de madurez la pulpa es blanda, dulce y acuosa; puede ser perfumado o inodoro (Mora, 1988). Las semillas son ovaladas y achatadas, de color amarillo pálido o blanquecino (Mora, 1988).

Fenología del cultivo

El ciclo de cultivo comercial del melón se puede clasificar en varias etapas (Figura 1). La primera inicia con la germinación y culmina al trasplantar en campo; en este proceso la planta desarrolla el sistema radicular y las primeras hojas. En la segunda etapa se da el crecimiento vegetativo, el inicio de la floración y finaliza al aparecer los primeros frutos. Aproximadamente a los 40 días después de la siembra (dds), la planta detiene el desarrollo de biomasa vegetal y comienza el llenado de frutos y la concentración de azúcares. A los 60 dds inicia la cosecha, que puede tener una duración de 15 días (Bolaños, 1998; Elizondo, 2010).

Figura 1. Ciclo de vida de la planta de melón.



Fuente: Elizondo, 2010.

Variedad en estudio

La variedad utilizada en el presente estudio fue *C. melo* tipo Inodorus cv. Honey dew, que es una variedad de frutos de piel lisa, de producción tardía, y de larga vida postcosecha. Esta variedad contiene ejemplares con características diversas de sabor, tamaños de medianos a grandes, formas ovaladas y esféricas, piel suave, color entre blanco cremoso y amarillo crema, tolerancia a mildiú (*Podosphaera xanthii*) raza 1 y 2 y a *Fusarium oxisporum* sp. melonis raza 0 y 1, pero susceptible a la raza 2 (Quirós, 1999; Jett, 2006; Santander, 2012).

Requerimientos del cultivo

Requerimientos de clima

El melón es una especie de climas cálidos y secos, no se desarrolla adecuadamente en climas húmedos con baja radiación solar, pues genera frutos con deficiencias en la maduración y calidad de la fruta (Sánchez, 2006; Santander, 2012). El desarrollo vegetativo se detiene a temperaturas inferiores a

13-15 °C. Las raíces no se desarrollan cuando la temperatura del suelo es menor a 8-10 °C. La temperatura adecuada para la germinación es de 22-28°C (Santander, 2012). Para el cuaje de los frutos se necesitan temperaturas entre los 25 y 30 °C. Tanto la temperatura como las horas luz intervienen en el desarrollo de los tejidos del ovario de la flor; los días largos con altas temperaturas promueven la formación de flores masculinas; mientras que los días cortos con temperaturas moderadas ayudan al desarrollo de flores femeninas (Escalona, *et al.*, 2009; Santander, 2012). Con temperaturas superiores a 35 °C se aumenta la transpiración, caída de flores y aborto de frutos (Reche, 2008). En cuanto a las necesidades de humedad relativa ambiental, el melón requiere humedades de 65 a 75% para el desarrollo vegetativo y de 60 a 70% para floración (López y Benavides, 2014; Santander, 2012).

Requerimientos de suelo

El melón responde favorablemente en cuanto a rendimiento y calidad si crece en suelos ricos en materia orgánica, profundos, con buena aireación y drenaje. Requiere un pH de entre 6-7. Tiene una tolerancia moderada a la salinidad en el suelo y el agua de riego, lo máximo que soporta es una conductividad eléctrica (CE) de 2,2 dS.m⁻¹ y CE de 1,5 dS.m⁻¹ respectivamente (Escalona, *et al.*, 2009). Según Navarro (2008) cada incremento de una unidad en la conductividad eléctrica del suelo reduce en un 7,5% la producción.

Requerimientos de agua y nutricionales

El cultivo de melón requiere condiciones de riego, el sistema más utilizado es por goteo, dada la sensibilidad de las cucurbitáceas al encharcamiento (Quirós, 1999). Según Bertsch y Ramírez (1997) la variedad Honey dew requiere 83 kg de N, 15 kg de P, 97 kg de K, 114 kg de Ca y 24 kg de Mg por hectárea para producir 43 toneladas de fruta fresca (95% de humedad). Además, los elementos que más consumen los frutos son K y P. Las dos etapas más exigentes en nutrimentos son la emisión de guías (22-33 dds) y el llenado de los frutos (46-56 dds). A los 33 días se debe haber aplicado el 50% del N, K y Ca y el 35-40% del P y el Mg (Bertsch y Ramírez, 1997).

Rendimiento

En el cultivo de melón los rendimientos dependen de la variedad cultivada, duración del ciclo de cultivo, fertilidad del suelo, sistema de cultivo (rastrero o en tutorado, campo abierto o ambiente semi-protegido), poda, e incidencia de plagas y enfermedades (Botto, 2011; Molina, 2006). Los rendimientos medios suelen alcanzar entre 20-35 t/ha en cultivos al aire libre, mientras que en cultivos semiforzados o en tutorado alcanzan hasta 40 t/ha (Maroto, 2000). Los rendimientos en otras latitudes, como por ejemplo España (Producción 2001-2006) bajo condiciones protegidas fueron de 37,61 kg/ha, mientras que a campo abierto fueron de 21,17 kg/ha (Botto, 2011). En el caso de la variedad Honey dew se han reportado rendimientos de 43 t/ha en campo abierto y bajo las condiciones nutricionales previamente descritas (Bertsch y Ramírez, 1997).

Manejo Agronómico del cultivo de melón

Siembra

Se debe considerar que la planta de melón requiere un suelo con una profundidad efectiva de 60 cm, si la siembra se va a efectuar en terrenos donde no se han sembrado hortalizas previamente, es necesario comenzar la preparación del terreno con un cincelado, realizar dos pases de arado con un subsolador, dos pases de rastra, nivelar y realizar el trazado de los surcos, camas o hileras para la siembra (Calderón 2017; Casaca 2005; Salas 2006).

En Costa Rica, se recomienda sembrar el melón entre noviembre y abril, pudiéndose extender este periodo hasta los primeros días de mayo, en las zonas donde la temporada lluviosa es más tardía (Casaca, 2005; Molina, 2006; Monge, 2014). Se puede sembrar mediante siembra directa y trasplante, siendo la primera la más utilizada en Costa Rica. Se acostumbra la siembra a mano, cuatro semillas cada 60 - 90 cm, con una profundidad de 2,5 - 3 cm, en cultivos tradicionales a campo abierto y sin tutorado. La distancia entre hileras de 1,8 a 2 m (Calderón, 2017; Casaca, 2005; Salas, 2006). Según Casaca (2005) se puede sembrar en camas de 2,5 a 3 m de ancho si se hace a doble hilera; o bien, en camas de 1,8 a 2

m a una hilera de plantas. La distancia que se recomienda entre plantas es de 25 a 30 cm, para una densidad de 22.200 plantas por hectárea. Salas (2006) recomienda que la separación entre plantas sea de 40 cm y una densidad de siembra de 15.000 semillas por hectárea; esto para cultivos en tutorado.

Fertilización

La fertilización en melón es una de las prácticas agrícolas de mayor impacto en el rendimiento y calidad de la fruta. Generalmente la nutrición se administra vía fertirriego, de acuerdo con las diferentes etapas fenológicas del cultivo. También se aplican fertilizantes foliares para corregir problemas puntuales y aportar micronutrientes que mejoran la floración, cuaje, llenado y calidad interna y externa del fruto. Se recomienda realizar un análisis del suelo con fines de verificar la fertilidad del mismo antes de sembrar, con el propósito de definir el tipo y cantidad de fertilizante que se va a aplicar, acorde a dicho análisis (Bertsch, 1998; Molina, 2006; Salas, 2006).

Riego

Se debe garantizar un adecuado suministro de agua para el cultivo; por lo que se recomienda realizar riegos cada tres días durante los primeros 17 días, luego suspender el riego por cinco días para que las raíces profundicen y posteriormente se reanuda con riegos cada tres o cuatro días hasta alcanzar la floración y formación de los primeros frutos. Posteriormente, se debe regar cada dos días hasta el día 55-65 cuando se suspende el riego (Calderón, 2017; Quirós, 1999; Salas, 2006). Es recomendable disponer de medidores de la humedad del suelo, tensiómetros u otros sensores en el cultivo para determinar el estado hídrico donde se desarrollan las raíces; además, se requiere conocer la evapotranspiración del cultivo, la eficacia de la instalación de riego, la calidad y composición del agua a aplicar (Reche, 2008).

Acolchado

El sistema de acolchado consiste en cubrir las camas o hileras con una película de polietileno negro, gris, blanco y combinaciones de esos colores, con la finalidad de incrementar la temperatura del

suelo, reducir la evaporación de agua, impedir la germinación y desarrollo de plantas indeseadas o arvenses, aumentar la concentración de dióxido de carbono en el suelo y mejorar la calidad de los frutos (al evitar el contacto directo con el suelo). Se puede realizar el acolchado antes de la siembra o después para evitar quemaduras de tallos (Casaca, 2005). También se utiliza la solarización para reducir la capacidad germinativa del banco de semillas de las arvenses, aunque el sistema no es cien por ciento efectivo (Loría y Herrera, 2009).

Sistemas de poda

Es necesario realizar una poda del cultivo para favorecer la precocidad y el cuaje de las flores, controlar el número y tamaño de los frutos, acelerar la madurez, mejorar la aireación, luminosidad, facilitar la aplicación de productos fitosanitarios y las prácticas culturales (Casaca, 2005; Díaz, 2013; Olalde, *et al.*, 2014). Existen dos tipos de poda; para cultivos en tutorado y para cultivos rastreros. Cabe recordar que en ambos casos los tallos de tercer y cuarto orden son los que producen mayor número de flores femeninas (Díaz, 2013; Salas, 2006).

Tutorado

En ambiente semi-protégido el tutorado se realiza principalmente con hilo polipropileno (rafia) fijado o liado de un extremo de la zona basal de la planta y de otro a un alambre colocado a determinada altura, arriba de la parte superior de la planta (Grijalva, *et al.*, 2011; Olalde, *et al.*, 2014). Otra opción de tutorado es el uso de malla plástica para facilitar la sujeción vertical. Este sistema tiene las ventajas de ser reutilizable y de fácil y rápida instalación. Cuando se tutora en mallas, éstas se colocan verticalmente paralelo a las hileras de plantas y fijadas en la parte superior a los alambres del entramado y la parte inferior a otra hilera de alambre (Olalde, *et al.*, 2014).

Floración y polinización

La mayoría de las plantas de la familia Cucurbitaceae son de polinización entomófila, por lo que requieren abejas para la polinización. Se requieren cientos de granos de polen en el estigma de cada flor

para producir una fruta de buena calidad comercial, que se logra después de 10 a 15 visitas de abejas por flor (Elizondo, 2010). Para la polinización en plantaciones comerciales se introducen al menos tres colmenas de *Apis mellifera* por hectárea, las cuales se colocan mínimo cinco días antes del inicio de la floración femenina o al tener el 10% de las plantas con flor (Elizondo, 2010).

Cosecha

Para determinar el momento correcto de cosecha del melón es necesario tomar en cuenta características como que el zarcillo más cercano al fruto se encuentre seco, el olor característico (dependiendo de la variedad), el cambio de color de verde a amarillo y la red más corchosa (en variedades con esta característica). El peso ideal del fruto está entre 2 y 3 kg (Salas, 2006). Existen características externas de los frutos que indican un estado óptimo de cosecha, como la aparición de una grieta circular en la base del pedúnculo, el marchitamiento de la primera hoja sobre el fruto, cierta elasticidad de los tejidos ubicados en la parte inferior del fruto, cambios en la coloración de la corteza, tonos más vivos, las hojas de los tallos fructíferos tienden a unirse y aumenta el aroma sobre el pedúnculo (Mamani, 2013). Otro método para medir el grado de maduración es la medición del contenido de azúcar o sólidos solubles en la fruta en escala °Brix (°Bx), cuyo rango óptimo para recolección es de 12-14 °Bx y 10 °Bx como mínimo. Si la fruta supera los 15 °Bx la vida postcosecha tiende a ser más corta (Mamani, 2013).

Problemas fitosanitarios del cultivo de melón

Plagas

El cultivo de melón presenta un gran número de plagas, entre las principales se encuentran:

- Minador (*Liriomyza sativae*): cuando sus larvas se alimentan forman minas y galerías en las hojas. Este insecto es atraído por el color amarillo. La eliminación de plantas arvenses y restos de cosecha son necesarios para evitar ataques tempranos de la plaga. El uso de acolchados o coberturas plásticas retrasan los ataques (Botto, 2011; Casaca, 2005; Salas, 2006).

- Gusano perforador del pepino y melón (*Diaphania nitidalis*, *D. hyalinata*): las larvas se alimentan de tallos, yemas, flores y frutos y reducen la producción al generar pudriciones y daños en frutos y guías (Botto, 2011; Casaca, 2005; Salas, 2006).
- Áfidos o pulgones (*Aphis gossypii*): las ninfas y adultos chupan savia de las hojas y brotes, que se enrollan, marchitan y mueren; además, estos insectos son vectores de virus (Botto, 2011; Casaca, 2005; González, 2019; Salas, 2006).
- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*): las ninfas succionan nutrientes del follaje, generan hojas amarillas, moteadas y encrespadas; además, esta plaga transmite el virus del mosaico dorado. Los ataques más severos se dan en época seca (Botto, 2011; Casaca, 2005; Morales y Carmeli, 2001).
- Otras plagas que inciden en el cultivo de melón son: trips; principalmente *Frankliniella occidentalis* y *Trips palmi*, nematodos como *Meloidogyne* sp., ácaros como *Tetranychus* spp., *Spodoptera* sp. y *Heliothis* sp. (Ord. Lepidóptera Fam. Noctuidae) (Botto, 2011).

Enfermedades

El cultivo de melón es afectado por un gran número de enfermedades, entre las principales se encuentran:

- Hongos de suelo: *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp. causan muchos problemas al inicio de la plantación (Salas, 2006; Botto, 2011). *Fusarium oxysporum* F. melonis es la enfermedad más relevante en el cultivo, ya que genera ataques muy severos y posee cuatro razas de distribución cosmopolita (Botto, 2011).
- Mildiú veloso: es un complejo de oomicetes que se desarrollan sobre las hojas y tallos del melón durante la etapa de llenado de los frutos (Botto, 2011). Casaca (2005) indica que *Pseudopenospora cubensis* (Berck & Curtis) es uno de los oomicetes que provoca manchas amarillas en el haz de las hojas y manchas cubiertas de lana grisácea oscura en el envés de las

mismas. La medición de la humedad relativa permite predecir con varios días de anticipación el inicio de una epidemia de mildiú veloso (Méndez, *et al.*, 2010).

- Mildiú polvoso (*Sphaeroteca fuliginea* y *Oidium ambrosiae*): producen manchas blanquecinas y circulares, con aspecto polvoso tanto en el haz como el envés de las hojas jóvenes, que se secan y desprenden (Casaca, 2005).
- Mancha bacteriana del fruto de melón y sandía (*Acidovorax avenae* subsp.citrulli): puede causar pérdidas del 100% de la plantación si se tienen condiciones favorables para el desarrollo y diseminación de esta bacteria (Mora y Araya, 2002).
- *Botrytis cinerea* Pers.: puede afectar la plantación cuando se dan humedades relativas mayores a 90%, que se asocian a agua libre sobre los tejidos de las plantas y falta de aireación (Botto, 2011).
- Virus o mosaicos: como el virus de la mancha anular de la papaya o “papaya ringspot virus” (PRSV), el virus del mosaico de la sandía 2 o “watermelon mosaic virus 2” (WMV- 2), el virus del mosaico del pepino o “cucumber mosaic virus” (CMV), y el virus del mosaico amarillo del zapallo italiano o “zucchini yellow mosaic virus” (ZYMV). Se transmiten por áfidos, los cuales permanecen en las plantas arvenses cercanas (González, 2019; Sánchez, *et al.*, 1998)
- Otros patógenos de importancia son *Erysiphe cichoreacearum*, *Pseudoperonospora cubensis* y *Levellula taurica* (Botto, 2011; Salas, 2006).

Manejo de problemas fitosanitarios del melón

El manejo integrado de plagas es una herramienta que ha permitido disminuir el uso de productos químicos agrotóxicos, al reducir la cantidad y frecuencia de aplicación, minimizar el efecto negativo de los mismos sobre las abejas, las personas y el ambiente; a la vez que disminuye los costos de producción y aumenta la calidad de los frutos (Botto 2011; Orellana 2017). Según Molina (2006) la

fertilización cumple un papel muy importante previniendo enfermedades y plagas, mediante el desarrollo de plantaciones más saludables y resistentes.

La agricultura convencional ha tenido efectos negativos en diversos ámbitos; por ejemplo, deterioro ambiental, lo cual puede afectar el aspecto social y no siempre tiene efectos económicos favorables (Sequeira, 1995). Por otro lado, la agricultura sostenible solo podrá darse si la tierra (ambiente), mano de obra (ámbito social) y capital (ámbito económico) se encuentran integrados y están en las cantidades adecuadas con la calidad requerida (Arauz, 1996). La agricultura orgánica tiene una visión más integrada y sistémica, que con el correcto desarrollo en investigación y tecnología puede ser una solución sostenible (Vandermeer, 1996).

Lo anterior es posible porque la agricultura orgánica utiliza los procesos naturales para incrementar la producción, propone un uso apropiado de los recursos, donde se promueva la vida del suelo y el manejo de plagas y enfermedades, bajo un concepto de biodiversidad y equilibrio ambiental (Brechelt, 2000). Este enfoque de producción utiliza componentes naturales como extractos de plantas, materiales de “desecho” compostados, biofermentos, microorganismos entomopatógenos, insectos benéficos, plantas y elementos químicos de fuentes naturales, entre otros, para lograr un sistema productivo apropiado (Brechelt, 2000; Santander & Olave, 2012; Orellana, 2017).

La producción orgánica de melón no es común, ya que se realiza más bien desde enfoques de manejo integrado que combinan el uso de sustancias sintéticas con métodos sostenibles. Experiencias de este tipo están documentadas en países como Estados Unidos de América, México, Chile y Honduras y se informa del uso de métodos alternativos para el manejo de problemas fitosanitarios de melón como microorganismos, sustancias elicitoras, feromonas, extractos botánicos, entre otros, siempre haciendo un uso de cantidades reducidas de plaguicidas (Gómez, *et al.*, 1997; Botto 2011; Mamani, 2011; Santander, 2012; Moreno, *et al.*, 2014).

Uso de bioestimulantes

En la actualidad se encuentran disponibles en el mercado productos que activan los mecanismos de defensa de las plantas en contra de las enfermedades y aceleran y aumentan la acumulación de fitoalexinas en los tejidos de las mismas, esto incrementa la resistencia de las plantas a las condiciones adversas (Méndez, *et al.*, 2010). Estos son los llamados bioestimulantes, los cuales acortan o retardan ciclos en la planta y la inducen a etapas fenológicas específicas (floración, enraizamiento, cuajado y maduración), mejoran el transporte y uso de los fotosintatos y microelementos; además de que contrarrestan el estrés sufrido por condiciones climáticas extremas, plagas y enfermedades (Mamani, 2013; Reche, 2008). Estas sustancias son de una naturaleza química diversa; pueden ser hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos como los aminoácidos y ácidos orgánicos y actúan en concentraciones muy pequeñas (Mamani, 2013; Méndez, *et al.*, 2010; Reche, 2008).

Existen experiencias en diversos cultivos utilizando bioestimulantes de manera exitosa; por ejemplo, en café, se usan para aumentar la asimilación de nitrógeno y clorofila (Valverde, *et al.*, 2020). En piña se utilizan para disminuir el estrés en el cultivo y mejorar el enraizamiento (Alayo, 2018). En el caso específico de la producción de melón, se han usado para aumentar rendimientos en condiciones áridas (Queiroga, *et al.*, 2020); sin embargo, existe escasa información de su uso en la producción de melón en condiciones tropicales

Ambientes protegidos y semi-protegidos

Se entiende como ambiente protegido y semi-protegido aquel que presenta condiciones artificiales de microclima como luz, temperatura, humedad y suelo, útiles para cultivar plantas fuera de estación o que en condiciones adversas de campo abierto no se desarrollen bien, conseguir mayor precocidad, rendimiento y calidad; todo con la finalidad de disponer permanentemente de alimentos frescos (Mamani, 2013; Naranjo, 2012; Reche, 2008). Para su uso eficiente, es necesario que los ambientes semi-protegidos se localicen en zonas con suelo saneado, que no sea propenso al

encharcamiento, protegido de vientos fuertes, disponga de agua para riego y buena luminosidad (Naranjo 2012; Reche, 2008).

En el caso del cultivo de melón, estos constituyen una tecnología para aumentar la productividad, la cual ha sido implementada en países como España, Estados Unidos, Chile y otros, para tener producción durante más meses al año (Naranjo, 2012; Reche, 2008). En Costa Rica no es una práctica muy común en el cultivo de melón, pero sí lo es en cultivos como tomate, chile, fresa, ornamentales y hortalizas en general (López, 2016).

Capítulo III: Metodología

Sitio experimental

Localización del área de estudio

El experimento se realizó en la finca FINMAC de Costa Rica S.A., ubicada en el distrito de Pueblo Nuevo, cantón de Pococí, provincia de Limón, Costa Rica (10°20"N, 83°20"O). El sitio presenta una altitud de 200 msnm, donde predomina la zona de vida Bosque muy húmedo Tropical, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Quesada, 2007). La Finca FINMAC cuenta con certificación orgánica desde el año 2000 por la agencia certificadora EcoLOGICA. Esta finca produce cacao, plátano, pipas y papaya orgánica.

Clima

La precipitación anual promedio de los últimos 10 años es de 3800 mm, se considera una zona lluviosa todo el año. La temperatura oscila entre 22-30 °C, con una media de 26,1 °C y humedad relativa anual de 84-90% (IMN, 2007).

Suelo

Los suelos presentes en la finca son inceptisoles y andisoles. Se clasifican según su capacidad de uso como de Clase I (IMN, 2007). El suelo de la finca presenta una textura franco arenosa, que se compone de un 68% de arena, un 20% de limo y un 12% arcilla. La humedad gravimétrica del suelo manejado orgánicamente es de 46%, con una densidad aparente de 1,06 g/cm³, y una densidad real de 2,28 g/cm³. Además, el suelo posee una retención de humedad del 48% para los macroporos, del 39% para los mesoporos y del 9% para los microporos. Las características químicas (nutricionales) del suelo donde se instaló el ensayo (dividido en dos sectores para su estudio) se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico del suelo del área destinada a la producción orgánica de melón en la finca FINMAC de Costa Rica S.A.

Solución Extractor: KCl-Olsen Modificado ID USUARIO	pH		cmol(+)/L			%			mg/L				%		Relación C/N	
	H ₂ O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn	C	N		Materia orgánica
	5,5	0,5	4	1	0,2	5	10	3	1	10	5					
SECTOR 1	5,7	0,26	6,42	2,57	0,28	9,53	3	7	2,1	5	170	10	2,22	0,20	3,17	11,1
SECTOR 2	6,0	0,21	8,71	3,31	0,32	12,55	2	8	2,2	6	179	9	1,72	0,17	2,46	10,1
Promedio	5,9	0,2	7,6	2,9	0,3	11,0	2,5	7,5	2,2	5,5	174,5	9,5	1,97	0,19	2,82	10,61

Fuente: CIA, Universidad de Costa Rica.

Material genético utilizado

Para el ensayo se utilizó el híbrido comercial de melón Honey dew, material JMX-904, material de prueba no comercial distribuido por Agronegocios JM. Las plantas pasaron su primera etapa bajo condiciones de invernadero para producción de almácigo con manejo convencional durante nueve días, posteriormente las plantas se trasladaron a la finca para su siembra en el ensayo. Las plantas fueron adquiridas en la empresa Almatropic, ubicada en San Rafael de Alajuela.

Características del ambiente semi-protegido

El ensayo se estableció en un área semi-protegida que consistió en una estructura metálica, techada con plástico para invernadero de 0,15 mm de espesor, sin laterales o paredes; es decir, abierta por todos los costados, para una protección parcial del cultivo. La estructura medía 20 m de largo por 20 m de ancho, para un área total de 400 m².

Diseño experimental

La parcela donde se instaló el ensayo tenía un área de 350 m², la cual se dividió en tres bloques (repeticiones), que a su vez se dividieron en cuadrantes (unidades experimentales) de 12 m² aproximadamente (Figura 2). Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, con dos factores de estudio (densidad de siembra y fertilización base) con tres niveles cada uno y tres repeticiones por tratamiento, para obtener un total de 27 unidades experimentales.

Tratamientos

Las variables que se probaron en el ensayo en ambiente semi-protegido fueron las siguientes:

- *Densidad de siembra:* Se evaluaron tres densidades de siembra: 0,3 m; 0,4 m y 0,5 m entre plantas. La distancia entre hileras era de un m.
- *Fertilización:* Se evaluaron tres tipos de fertilización y sus combinaciones, en todos los casos la fertilización aportó los requerimientos nutricionales del cultivo. Los cálculos para determinar las cantidades de fertilizantes evaluados con base en los requerimientos del cultivo se indican en los anexos 4, 5 y 6. Los tipos de fertilización fueron los siguientes:
 - **100% AO:** El 100% de los requerimientos del cultivo se suplieron con abono orgánico (AO), el cual consistió en compost de broza de café proveniente de la empresa Abonos Vivos S.A.
 - **80% AO + 20% BB:** El 80% de los requerimientos del cultivo se suplieron con AO (compost de broza de café) proveniente de Abonos Vivos S.A y un 20% con el bioestimulante B!oFeed Base® (BB) de la empresa Koppert Biological Systems.
 - **80% AO + 10% BB + BE:** El 80% de los requerimientos del cultivo se suplieron con AO (compost de broza de café) proveniente de Abonos Vivos S.A, un 10% con BB y se realizaron aplicaciones de los bioestimulantes B!oFeed® Start, B!oFeed® Amin y B!oFeed® Calidad (BE).

Las variables de densidad de siembra y fertilización se combinaron para construir un diseño bifactorial con los tratamientos descritos en la tabla 2:

Tabla 2. Diseño experimental para la evaluación de producción orgánica de melón (*Cucumis melo L.*, tipo *Inodorus cv. Honeydew*) en ambiente semi-protegido en Pococí, Limón, Costa Rica.

Tratamiento	Distancia de siembra entre plantas (cm)	Fertilización
A	0,3	100% AO
B	0,3	80% AO + 20% BB
C	0,3	80% AO + 10% BB + BE
D	0,4	100% AO
E	0,4	80% AO + 20% BB
F	0,4	80% AO + 10% BB + BE
G	0,5	100% AO
H	0,5	80% AO + 20% BB
I	0,5	80% AO + 10% BB + BE

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los tratamientos se asignaron a las unidades experimentales al azar, para lo cual el terrero fue dividido en tres bloques, obteniéndose la siguiente distribución (Figura 2):

Figura 2. Aleatorización del ensayo de producción orgánica de melón en ambiente semi-protegido. Pococí, Limón, 2016.

Bloque 3	A	G	D	H	E	B	I	F	C
Bloque 2	I	F	B	C	A	D	H	E	G
Bloque 1	E	C	H	I	F	G	A	B	D

Fuente: Elaboración propia.

Establecimiento del ensayo y manejo

Preparación del terreno, trasplante y fertilización

Se realizó una limpieza de la estructura del invernadero y se trazaron los surcos o hileras para la siembra. Las plantas de melón pasaron su primera etapa bajo condiciones de invernadero para producción de almácigo con manejo convencional en la empresa Almatropic en San Rafael de Alajuela. Nueve días después de la germinación (ddg) las plántulas se trasladaron a FINMAC de Costa Rica, S.A. para siembra en terreno. El trasplante se realizó a los 10 ddg cuando las plantas tenían de 10 a 15 cm de altura, en horas de la tarde. A los 20 días realizó una segunda resiembra para reponer las plantas perdidas en los primeros días post trasplante. Los tratamientos de fertilización (Tabla 2) se aplicaron al trasplante.

Polinización

Para la polinización del cultivo se colocó una colmena de *Apis mellifera* a un costado del cultivo de melón, a una distancia aproximada de 20 m tres días antes de la floración femenina.

Manejo de arvenses, plagas y enfermedades

El manejo de arvenses se realizó de forma manual durante toda la duración del ensayo. Para el control de plagas y enfermedades se utilizaron los productos, estrategias y técnicas autorizadas en la producción orgánica de melón (Anexo 7). De estas, específicamente se utilizaron las indicadas en la tabla 3.

Programa de manejo aplicado

El programa de manejo del cultivo de melón de forma orgánica se resume en la tabla 3.

Tabla 3. Programa de manejo para la producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. *Honeydew*) en ambiente semi-protegido.

Día	Estado Fenológico	Aplicación de Fertilizante	Aplicaciones Foliare Generales	Aplicaciones Biofeed	Aplicaciones control de enfermedades	Aplicaciones control de plagas
9 a 10	Trasplante			BioFeed Calidad (1L/ha)	Biofeed Develop (1L/ha), <i>Trichoderma harzianum</i> (1kg/ha)	
12		50% Dosis de abono orgánico, 50% dosis BioFeed Base	BioFeed Calcio (2L/ha), Pescagro (2L/ha)		<i>Bacillus subtilis</i> (1L/ha)	Biocrack (1 L/ha), <i>Bacillus thuringiensis</i> (BT) (500g/ha)
15	Desarrollo Vegetativo		Foliveex (1L/ha)	B. Calidad (1 L/ha), BioFeed Amin (1L/ha)	B. Develop (1L/ha), <i>T. harzianum</i> (1kg/ha)	<i>Beauveria bassiana</i> (2kg/ha), Extracto de canela (500ml/ha)
18			Sulfato de magnesio (2kg/ha)	B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)	<i>B. subtilis</i> (1L/ha)	<i>Lecanicillium lecanii</i> (2kg/ha), <i>Amblyseius swirski</i> (30 individuos/m ²), BT (500g/ha)
21			B. Calcio (1L/ha)	B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)	B. Develop (1L/ha), <i>T. harzianum</i> (1kg/ha)	Jabón potásico (1L/ha), <i>Metarhizium anisopliae</i> (2kg/ha)
24	Floración y cuaje		B. Amin (1L/ha), B. Start (1L/ha)		<i>B. subtilis</i> (1L/ha)	Extracto de canela (500ml/ha), Biocrack (1L/ha)
27			B. Calcio (1L/ha), Foliveex (1L/ha)	B. Amin (1L/ha), B. Start (1L/ha)	B. Develop (1L/ha), <i>T. harzianum</i> (1kg/ha)	Biocrack (1L/ha), BT (500g/ha)
30	Llenado de los frutos	50% Dosis de abono orgánico,				<i>B. bassiana</i> (2kg/ha), Extractos de canela (1L/ha)

50% dosis BioFeed Base					
33		Pescagro (2L/ha), B. Calcio (1L/ha)	B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)	<i>B. subtilis</i> (1L/ha)	<i>L. lecanii</i> (2kg/ha), <i>A. swirski</i> (30 individuos/m ²), BT (500g/ha)
36	K-Mag (100kg/ha)	Foliveex (1L/ha)			Jabón potásico (1L/ha), <i>M.</i> <i>anisopliae</i> (2kg/ha)
39		Pescagro (2L/ha), B. Calcio (1L/ha)	B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)	B. Develop (1L/ha)	Biocrack (1L/ha)
42		Foliveex (1L/ha)			Jabón potásico (1L/ha), <i>M.</i> <i>anisopliae</i> (2kg/ha)
44		Pescagro (2L/ha), B. Calcio (1L/ha)	B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)	<i>B. subtilis</i> (1L/ha)	Extracto de canela (1L/ha), Biocrack (1L/ha)
47		Foliveex (1L/ha)			<i>B. bassiana</i> (2kg/ha)
50		Pescagro (1L/ha), B. Calcio (1L/ha)	B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)	B. Develop (1L/ha)	Jabón potásico (1L/ha), BT (500g/ha)
55		Pescagro (2L/ha), B. Calcio (1L/ha)		<i>B. subtilis</i> (1L/ha)	<i>L. lecanii</i> (2kg/ha)
60			B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)		Extracto de canela (1L/ha), Biocrack (1L/ha)
65		Pescagro (1L/ha), B. Calcio (1L/ha)		B. Develop (1L/ha)	Jabón potásico (1L/ha), BT (500g/ha)
70	Cosecha		B. Calidad (1L/ha), B. Amin (1L/ha)		Extracto de canela (1L/ha), Biocrack (1L/ha)

75

Foliveex (1L/ha)

B. subtilis (1L/ha)Jabón potásico (1L/ha), BT
(500g/ha)

82

Fuente: Elaboración propia

Riego

En el ensayo se empleó riego por goteo en la plantación; una línea de goteo por hilera. Los riegos se realizaron en las mañanas. La cantidad de agua aplicada se determinó con base en el estado fenológico del cultivo de acuerdo con la tabla 4.

Tabla 4. Agua aplicada en litros por planta de melón según su estado fenológico.

Estado fenológico de la planta	Cantidad de agua aplicada (L) por planta
Post trasplante	0,5 a 1
Desarrollo vegetativo	1,5 a 2,5
Floración	1,5
Llenado de los frutos	4 a 6
Final del ciclo	3

Fuente: recomendación Del Monte.

Levante de guías y poda

Se manejó el cultivo con dos guías manteniendo los tallos de segundo y tercer orden, para lo que se realizaron podas constantemente. Se inició el tutorado cuando la planta alcanzó de 30 a 35 cm de longitud, mediante el sistema de enmallado. La poda se efectuó de la siguiente forma: cuando la planta mostraba la cuarta hoja verdadera se despuntó el tallo principal, los brotes secundarios se tutoraron para formar la armazón principal de la planta y las ramas de tercer orden que tuvieron frutos se podaron a 1-2 hojas por encima de dichos frutos.

Cosecha

Se utilizó un refractómetro para medir el total de sacarosa disuelta en la pulpa o grados brix (°Bx) y determinar el período de cosecha, el cual se realizó cuando los frutos presentaron una concentración de azúcares superior a 10 °Bx. Posterior a la cosecha, los frutos se pesaron.

Variables de respuesta

Durante, y al finalizar el ensayo se determinaron las siguientes variables de respuesta:

- Porcentaje de germinación y mortalidad post trasplante: es decir, número de semillas germinadas del total sembradas y número de sobrevivientes posterior al trasplante.
- Fenológicas: consistieron en la medición de los días a floración masculina, floración femenina y los días a los primeros frutos.
- Plagas y enfermedades y entomofauna benéfica: se realizaron observaciones semanales para documentar la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo. También se realizaron observaciones de invertebrados benéficos presentes.
- Rendimiento y calidad: se tomaron 10 frutos por tratamiento para determinar el promedio de número de frutos cuajados/m², el peso promedio por fruto (g), el número de frutos cosechados/m² y el peso promedio cosechado por m² (kg). También se determinó la longitud ecuatorial y polar del fruto (cm), la longitud de la cavidad de la semilla y el espesor de la pulpa (cm), los grados brix (°Bx) (mediante refractómetro, mediciones en tres sectores del fruto) y la presión de la pulpa de los frutos (con un penetrómetro, en tres áreas del fruto).

Adicionalmente se realizaron las siguientes mediciones para obtener información del contexto en el que se desarrolló el ensayo:

- Calidad de suelos: antes de establecer el cultivo y después de finalizar el ciclo de producción, se determinaron algunas variables biológicas del suelo, para lo cual se tomaron muestras compuestas de los diferentes tratamientos, específicamente se recolectó suelo de 10 puntos diferentes elegidos de forma aleatoria en la parcela, a una profundidad de 30 cm máximo. Las muestras se trasladaron al Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional para realizar lo siguiente:

- Análisis microbiológicos: estimación del número de microorganismos (hongos, actinomicetes y bacterias totales) mediante conteo en placa en los medios Martin y albuminato de sodio i.
- Análisis nematológicos: las muestras de suelo fueron homogenizadas y procesadas por el método de centrifugación – flotación utilizando dos lavados, 30 segundos de suspensión, un juego de tamices superpuesto de 100 y 400 mallas y una solución extractora de sacarosa de 1.18 de gravedad específica. Los nematodos fueron contados e identificados en un microscopio invertido a una magnificación de 20X. Los resultados se refirieron a submuestras de 100 gramos de suelo y 10 gramos de raíz respectivamente.
- Económicas: se determinaron los costos de producción de cada tratamiento, proyecciones de producción a hectáreas y la relación costo-beneficio del proyecto. Los costos de producción incluyeron el valor de los insumos utilizados y la mano de obra empleada.

Análisis estadístico y modelo experimental

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (distancia de siembra × fertilización) de las variables de respuesta, de acuerdo con el siguiente modelo lineal estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + E_b$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general del experimento

β_k = Efecto del k-ésimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor densidad de siembra

γ_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor fertilización

$(\alpha\gamma)_{ij}$ = Interacción del i-ésimo nivel del factor densidad de siembra con el j-ésimo nivel del factor fertilización

E_b = Error experimental (b)

Capítulo IV: Resultados y discusión

Porcentaje de germinación y mortalidad post trasplante

El porcentaje de germinación de semillas de melón fue de 90,3%, el cual fue más bajo de lo que las casas comerciales comúnmente aseguran, que es entre el 95 y 98% de germinación en condiciones ambientales óptimas. Los factores que pudieron haber incidido en este resultado fueron el tipo de sustrato utilizado, rango de temperatura, humedad, conductividad eléctrica, entre otras (Escalona, *et al.*, 2009; Robles, *et al.*, 2005). Una vez germinado, el material vegetal se encontraba en buen estado de desarrollo (Figura 3); sin embargo, durante los primeros siete días después del trasplante (ddt) hubo una mortalidad de plantas por gusanos cortadores (especie no identificada) del 17%. Este porcentaje pudo haberse aminorado si las plantas se hubieran mantenido en un ambiente completamente protegido, debido a la mayor protección ante insectos que brinda la estructura (León, 2007; Paduan, *et al.*, 2007; Reche, 2008). También se contabilizó una pérdida del 5% de plantas por mal de talluelo, causado por *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia spp.* (Botto, 2011; Escalona, *et al.*, 2009; Orellana, 2017; Salas, 2006).

Figura 3. Almacigo de melón (*Cucumis melo L.*, tipo *Inodorus cv. Honey dew*) para el cultivo orgánico en ambiente semi-protegido.



Fuente: Elaboración propia.

A los 20 después del primer trasplante se realizó una resiembra para sustituir las plantas perdidas. Al final de la plantación, el 65% de las plantas llegaron a etapas adultas aptas para cosecha (Figura 4).

Figura 4. Trasplante de almácigo de melón (Cucumis melo L., tipo Inodorus cv. Honey dew) para el cultivo orgánico en ambiente semi-protegido.



Fuente: Elaboración propia.

Variables fenológicas

Días a floración, cuaje y cosecha

Los días a floración masculina fueron de 21-25 ddt, la floración femenina inició a los 27 ddt. Los días a floración y fructificación se incrementaron con respecto a lo habitual en las zonas típicas de producción del cultivo, esto significó unos 4-5 días más para el periodo de floración tanto masculina como femenina (Escribano, 2010). Este comportamiento es el esperado para las condiciones de luminosidad de la zona. A los 45 días se realizó un conteo de frutos cuajados por tratamiento para

utilizarse como parámetro de productividad. A los 66 ddt se inició la cosecha, que se prolongó hasta 82 ddt. Los hallazgos para estas variables fueron los esperados para el cultivo, En zonas con la luminosidad característica de Pococí, Limón, lo cual implicó una fructificación y cosecha con 5 a 6 días más en comparación con las zonas típicas donde se cultiva melón en el país (Escribano, 2010).

Presencia de plagas y enfermedades

Al trasplante hubo problemas de mal de talluelo, debido a oomicetes de suelo como *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. y a los hongos *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp. También se dio una pérdida de plantas por insectos cortadores no identificados, de hábitos nocturnos. Durante el desarrollo del cultivo se presentaron brotes de mildiú polvoso (*Oidium ambrosiae*), fumagina y de artrópodos, principalmente áfidos, y brotes aislados de mosca blanca y araña roja. Según Cabrera (2001) la alta concentración de azúcares crea un ambiente favorable para el crecimiento de la fumagina. La dificultad más grande que se presentó durante el ensayo estuvo asociada a la presencia de un virus no identificado transmitido por los pulgones que deterioró severamente la plantación (aproximadamente el 60% del cultivo a partir del día 50), porque disminuyó radicalmente la vitalidad del cultivo y la producción esperada como consecuencia (Figura 5). Cabrera (2001) indica que los pulgones son transmisores de varios virus como el mosaico del pepinillo (CMV), el mosaico de la sandía-2 (WMV-2) y el mosaico amarillo del calabacín o ayote, éste último probablemente haya sido el que se presentó en el cultivo dado que en la zona se produce ayote con regularidad.

La presencia de pulgones y la enfermedad viral pudo haberse disminuido al utilizar un ambiente completamente protegido que no permitiera la entrada del agente causal y/o hacer liberaciones programadas de controladores biológicos como *Aphidius colemani* y *Chrysoperla carnea* (Cabrera, 2001; Casaca, 2005; Malais y Ravensberg, 1992; Reche, 2008).

Figura 5. Presencia de plagas como áfidos en el cultivo orgánico de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. *Honey dew*) en ambiente semi-protegido.



Fuente: Elaboración propia.

Presencia de entomofauna benéfica

Los depredadores liberados (*Amblyseius swirskii*) con la finalidad de crear antagonismos contra plagas, se mantuvieron durante todo el ciclo de cultivo en la plantación, con poblaciones que oscilaron entre 0,4 a 1,6 individuos por hoja en promedio. Además de encontrarse permanentemente en la flora auxiliar empleada; por ejemplo, plantas de albahaca que sirvieron para mantener poblaciones de ácaros benéficos en el tiempo (Figura 6).

Figura 6. Planta de albahaca (*Ocimum basilicum*) empleada como planta auxiliar para el establecimiento de entomofauna benéfica en el cultivo orgánico de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. *Honey dew*) en ambiente semi-protegido.



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, fue posible observar un gran número de depredadores y parasitoides, principalmente controlando áfidos (Figura 7). Sin embargo, las altas poblaciones de entomofauna benéfica no lograron antagonizar eficientemente las poblaciones de pulgones y contener la dispersión del virus mencionado en la sección anterior.

Figura 7. Presencia de entomofauna benéfica en el cultivo orgánico de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. *Honey dew*) en ambiente semi-protegido. A, C y D: larvas de coccinélidos depredadores no identificados. B: mosca *Syrphidae* depredadora no identificada. E: adulto de coccinélido depredador no identificado. F: hongo entomopatógeno no identificado infectando un áfido.



Fuente: Arias, 2016.

VARIABLES DE RENDIMIENTO Y CALIDAD

Peso de los frutos

El peso promedio de los frutos fue menor según el nivel de sombreo que se presentó en los bloques que conformaron el diseño experimental; así los bloques con menor luminosidad presentaron los pesos menores y los de mayor luminosidad los pesos mayores, debido a la mayor eficiencia fotosintética de las plantas en estos casos (Escribano, 2010). El tratamiento donde se obtuvieron los frutos de mayor peso fue el fertilizado con abono orgánico (100%AO) a una distancia de siembra de 0,5 m, con un peso promedio de 841,55 g por fruto. Por el contrario, los frutos con menor peso promedio (656,14 g) correspondieron al tratamiento fertilizado con 100%AO a una distancia de siembra de 0,3 m. El análisis estadístico reveló diferencias significativas de acuerdo con la distancia de siembra ($p = 0,0002$), pero no entre diferentes tratamientos de fertilización. Asimismo, la interacción distancia de siembra \times fertilización no fue estadísticamente significativa (Tabla 5).

Tabla 5. Valores promedio del peso de la fruta de melón (g/fruto) de acuerdo con los tratamientos de distancia de siembra y tipo de fertilización establecidos en el ensayo de producción orgánica en ambiente semi-protegido.

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E		
0,3	100%AO	656,14	15	39,9	A	
0,3	80%AO + 20%BB	669,75	19	35,54	A	B
0,3	80%AO + 10%BB + BE	684,6	17	37,47	A	B
0,4	80%AO + 20%BB	722,52	20	35,8	A	B
0,4	100%AO	724,72	18	36,32	A	B
0,4	80%AO + 10%BB + BE	784,54	23	33,02	A	B
0,5	80%AO + 20%BB	787,46	15	39,9	A	B
0,5	80%AO + 10%BB + BE	793,5	16	39,39	A	B
0,5	100%AO	841,55	11	47,53		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar resultados de la influencia del factor distancia de siembra, se observa que este aspecto fue el mayor determinante del peso promedio de la fruta de melón ($p = 0,0002$). Como resultado, los frutos de menor peso (670,1 g/fruto) se produjeron a una distancia de 0,3 m, los cuales difirieron significativamente de las otras dos distancias de siembra (Tabla 6). Por otro lado, los frutos

obtenidos en densidades de siembra de 0,4 y 0,5 m, tuvieron pesos promedio de 743,9 y 807,5 g/fruto respectivamente, sin presentar estos valores promedio, diferencias significativas (Tabla 6). La influencia significativa de la distancia de siembra en el peso de los frutos se explica por el efecto de la competencia por espacio, luminosidad, agua y nutrientes (García, *et al.*, 2006), a mayor distancia de siembra existe menor competencia y viceversa.

Tabla 6. Peso promedio de frutos de melón (g/fruto) de acuerdo con las distancias de siembra evaluadas.

Distancia de siembra	Medias	n	E.E	
0,3	670,16	51	21,87	A
0,4	743,93	61	20,7	B
0,5	807,5	42	24,59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

Los pesos obtenidos en promedio en la plantación son de tamaños pequeños (650 a 850 g/fruto), aptos para comercio de frutas unipersonales, apropiadas para la exportación a mercados como el europeo que demanda más frutas pequeñas, cercanas al kilogramo (Lombaerts, 2014). Según García, *et al.* (2013), estos tamaños de melón están dentro de los calibres considerados como primera calidad en los mercados europeos, 9 (950-1099 g), 10 (850-949 g), 11 (750-849 g), 12 (650 a 749 g) y 13 (600-649 g).

Número de frutos cuajados

A los 45 ddt el número de frutos cuajados fue de 3,23 a 4,33 por m². Sin embargo, el análisis estadístico indicó la ausencia de diferencias significativas de acuerdo con los tratamientos evaluados (Tabla 7). El promedio de frutos cuajados por m² se encontró dentro del rango normal para Honey dew, aunque en otro estudio se reporta un mayor número de frutos por metro lineal pero en cultivo convencional, de 6 a 7 melones en verano y de 4 a 5 en invierno (Álvarez, *et al.*, 2011).

Tabla 7. Valor promedio de número de frutos cuajados por m² de acuerdo con los tratamientos distancias de siembra y fertilización.

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n
0,4	80% AO + 20% BB	3,23	3
0,3	100% AO	3,53	3
0,5	80% AO + 10% BB +BE	3,57	3
0,3	80% AO + 10% BB +BE	3,67	3
0,5	80% AO + 20% BB	3,7	3
0,3	80% AO + 20% BB	3,87	3
0,5	100% AO	3,9	3
0,4	100% AO	4,27	3
0,4	<u>80% AO + 10% BB +BE</u>	4,33	3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: elaboración propia

Número de frutos cosechados

No se obtuvieron diferencias significativas en el número de frutos cosechados por m² al comparar los tratamientos ($p > 0,05$; Tabla 8). El menor número promedio de frutos cosechados fue de 1,32 para el tratamiento 100%AO y 0,5 m entre plantas. Por otro lado, el número promedio mayor de frutos cosechados fue de 2,95 correspondiente al tratamiento 80%AO + 10% BE + 10%BE. Lo anterior se traduce en una producción de 13.200 a 29.500 frutos por hectárea.

El número de frutos cosechados por m² fue mucho menor a lo que se encontraba cuajado a los 45 días, lo que puede ser un indicador de que el daño por el virus transmitido por los áfidos fue alto, también pudieron contribuir las condiciones climáticas irregulares, variedad, entre otras (Molina, 2006; Escribano, 2010; Álvarez, et al., 2011).

Tabla 8. Valores promedio de número de frutos cosechados por m² de acuerdo con los tratamientos de distancia de siembra y fertilización establecidos.

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n
0,5	100% AO	1,32	3
0,5	80% AO + 20% BB	1,86	3
0,5	80% AO + 10% BB +BE	2,28	3
0,3	100% AO	2,43	3
0,4	100% AO	2,45	3
0,3	80% AO + 20% BB	2,69	3
0,4	80% AO + 20% BB	2,9	3
0,3	80% AO + 20% BB	2,9	3
0,4	80% AO + 10% BB +BE	2,95	3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: elaboración propia

Rendimiento

No se observaron diferencias significativas en el rendimiento (kg/m²) de acuerdo con los tratamientos evaluados ($p > 0,05$). El menor rendimiento promedio fue de 1,12 kg/m² (11,2 TM/ha) para el tratamiento correspondiente a fertilización con 100% abono orgánico. Por otro lado, el mayor rendimiento promedio, correspondiente al tratamiento de fertilización 80%AO + 20%BB y BE fue de 2,23 kg/m² (22,3 TM/ha) (Tabla 9).

Tabla 9. Valores promedio de rendimiento de producción orgánica de melón (kg/m²) de acuerdo con los tratamientos de distancia de siembra y fertilización establecidos.

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	
0,5	100% AO	1,12	3	A
0,5	80% AO + 20% BB	1,42	3	A
0,3	100% AO	1,48	3	A
0,5	80% AO + 10% BB +BE	1,56	3	A
0,3	80% AO + 10% BB +BE	1,67	3	A
0,4	100% AO	1,75	3	A
0,3	80% AO + 20% BB	1,87	3	A
0,4	80% AO + 20% BB	1,92	3	A
0,4	80% AO + 10% BB +BE	2,23	3	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: elaboración propia

En general los rendimientos obtenidos por tratamiento fueron bajos en comparación con la producción convencional, pero el más alto; 22,3 TM/ha puede tomarse como base para un manejo

orgánico en ambiente protegido de melón, ya que es aceptable para la producción bajo este manejo. Sin embargo, este resultado es cercano a lo informado en otros estudios, que indican para melón Honey dew inodorus convencional una producción en primavera-verano de 6-7 melones por metro lineal (30.000-35.000 frutos/ha) y en siembras de otoño-inverno de 4-5 melones por metro lineal (20.000-25.000 frutos/ha) (Álvarez, *et al.*, 2011).

Variables de calidad de los frutos

La longitud ecuatorial de los frutos fue marginalmente influenciada por la distancia de siembra ($p = 0,0507$) y significativamente determinada por el tipo de fertilización ($p = 0,0179$); no hubo una interacción significativa entre estos dos factores. Los frutos con longitudes ecuatoriales promedios menores (11,41 cm) fueron aquéllos sembrados a 0,3 m de distancia, mientras que los frutos con distancias ecuatoriales promedio mayores (11,97 cm) fueron los que sembraron a 0,5 m de distancia (Tabla 10). La longitud ecuatorial promedio fue apropiada para el peso promedio de los frutos y se presta para el transporte de los mismos durante el proceso de comercialización (Arreola, 2016; Escribano, 2010).

El grosor de la pulpa fue significativamente influenciado por la fertilización ($p = 0,0446$); los frutos provenientes del tratamiento 100%AO tuvieron un grosor promedio de 2,88 cm, el cual fue el menor de todos los tratamientos (Tabla 10). Por otro lado, los frutos con mayor grosor de pulpa se registraron en el tratamiento fertilizado con 80%AO + 10%BB + BE (Tabla 10). El grosor promedio de la pulpa observado fue bajo en comparación con lo producido en cultivos convencionales de este tipo de melón. Como consecuencia, la cavidad promedio de la fruta fue muy grande (superior a los 5 cm), siendo ideal un valor menor a 3 cm (Ruiz & Russian, 2009). Esto podría dar lugar a desprendimiento de placenta, que es motivo de rechazo; ya que la fruta necesita mayores cuidados en su manipulación y conduce a pudriciones en el transporte (Molina, 2006). El desprendimiento de placenta está asociado a cambios muy bruscos de temperatura y problemas de nutrición (Molina, 2006).

Los sólidos solubles de la pulpa también fueron significativamente influenciados por el tipo de fertilización ($p = 0,0042$). En este caso, los frutos producidos en el tratamiento 80%AO + 20%BB y distancia de siembra de 0,4 m, presentaron un promedio de 14,6 °Bx (el valor más alto), en contraste con los frutos producidos en el tratamiento 80%AO + 10%BB + BE y 0,3 m de distancia de siembra, donde los sólidos solubles presentaron el valor promedio más bajo (12,22 °Bx) (Tabla 10). El contenido de sólidos solubles de todos los tratamientos es apropiado para la comercialización, ya que superaron los 9-10°Bx, condición requerida para exportación. Los melones producidos en el ensayo presentaron valores superiores a 11°Bx, que es el valor considerado apropiado para el gusto del consumidor (Álvarez, *et al.*, 2011; Meléndez & Umaña, 2005; Sosa, 2014). La fruta cosechada presentaba un dulzor muy bueno para el consumidor, que según Escribano (2010) prefiere los melones más dulces.

El resto de las variables de calidad no presentaron diferencias significativas atribuidas a los tratamientos de distancias de siembra y/o fertilización (Tabla 10). Algunos aspectos complementarios son: que la longitud polar promedio de los frutos fue apropiada para el peso de los mismos y es adecuada para el transporte durante el proceso de comercialización (Arreola, 2016; Escribano, 2010). La presión de la pulpa o dureza de la misma se encontró entre los 1,5 y 2,2 lo que se considera apto para comercialización, consumo como fruta fresca y conservación (Escribano, 2010; Fallik, *et al.*, 2005). Menor a 1,5 es una fruta demasiado suave para el transporte y para su degustación, y mayor a 2,2 es una fruta muy dura para alimentación (Escribano, 2010; Monforte & Álvarez, 2006; Pardo, *et al.*, 2000).

Tabla 10. Variables promedio de calidad de los frutos de melón evaluadas en el ensayo para los tratamientos de distancia de siembra y fertilización.

Distancia de siembra (m)	Fertilización	Longitud polar del fruto (cm)	Longitud ecuatorial del fruto (cm)	Grosor de la pulpa (cm)	Longitud polar interna (cm)	Longitud ecuatorial interna (cm)	Dureza de la fruta	Grados brix
0,3	100%AO	11,14	11,18	2,88	5,81	6,13	1,93	12,73
0,3	80%AO + 20%BB	11,2	11,29	3	5,78	5,89	2,02	13,32
0,3	80%AO + 10%BB + BE	11,63	11,77	3,04	6,1	6,31	2,02	12,22
0,4	100%AO	11,57	11,94	2,89	6	6,62	1,93	12,82
0,4	80%AO + 20%BB	11,24	11,28	3	5,62	6,06	1,98	14,6*
0,4	80%AO + 10%BB + BE	11,68	12,14	3,06	5,89	6,45	1,91	12,94
0,5	100%AO	11,59	11,76	3,05	6,14	6,2	2,12	13,03
0,5	80%AO + 20%BB	11,61	11,76	3,05	5,84	6,12	1,96	13,72
0,5	80%AO + 10%BB + BE	11,99	12,4	3,18	6,03	6,45	2,04	12,65

Nota: tabla elaborada con la información de los Anexos 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20.

Comercialización de los frutos

Los frutos comercializados no tuvieron distinción de calidades, no se realizó ninguna clasificación según las características de los frutos (Figura 8). Sin embargo, es importante mencionar que ninguno de los frutos cosechados presentaron pesos menores a 400 g o deformidades. Los frutos no evaluados se comercializaron en el mercado local a un precio de \$1,29/kg.

Figura 8. Determinación de variables de calidad de los frutos obtenidos en ensayo de producción de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. Honey dew) orgánico en ambiente semi-protégido.



Fuente: Elaboración propia.

Calidad de suelos

Análisis microbiológico

Respecto a la calidad de los suelos se analizaron según la variable fertilización. Hubo un incremento leve en el número de actinomicetes, bacterias y hongos de los tratamientos que consistieron en 80%AO + 20%BB con respecto a los parámetros microbiológicos medidos antes de la siembra (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis microbiológico de suelos cultivados con melón producido orgánicamente en ambiente semi-protegido.

Tratamiento	Bacterias (UFC/g)	Actinomicetes (UFC/g)	Hongos (UFC/g)
Antes de la siembra	$1,5 \times 10^7$	$2,7 \times 10^6$	$1,9 \times 10^5$
100% AO	$1,5 \times 10^7$	$2,1 \times 10^6$	$2,8 \times 10^5$
80% AO + 20% BB	$3,7 \times 10^7$	$2,6 \times 10^7$	$2,4 \times 10^5$
80% AO + 10% BB + BE	$1,5 \times 10^7$	$2,7 \times 10^6$	$1,9 \times 10^5$

Nota: análisis realizado por el Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José.

Fuente: Elaboración propia.

Los grupos de organismos mencionados tienen importantes funciones en el suelo; los actinomicetes intervienen en la degradación de carbohidratos como almidones, celulosa y proteínas y las bacterias degradan materia orgánica, producen sustancias promotoras de crecimiento, suprimen enfermedades, fijan nutrientes, entre otros (Bautista, et al., 2004; Pérez, 2008). La cantidad de bacterias en los suelos del ensayo incluso fue similar a la reportada para suelo de bosque secundario (1×10^7 UFC/g) (Pérez, 2008).

Análisis nematológico

Se analizó la comunidad de nematodos según la variable fertilización, se observó una mayor reducción de los fitonematodos en el tratamiento 80%AO + 10%BB + BE; a su vez, este tratamiento mostró mayor presencia de nematodos de vida libre, esto en comparación con los valores encontrados antes de la siembra (Tabla 12).

Tabla 12. Nematodos presentes en suelo de los tratamientos evaluados en la producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. *Honey dew*) en ambiente semi-protegido.

Tratamiento	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Aphelenchoides</i> sp.	<i>Hoplolaimus</i> sp.	<i>Helicotylenchus</i> sp.	<i>Mesocriconema</i> sp.	<i>Tylenchus</i> sp.	<i>Aphelenchus</i> sp.	Nematodos de vida libre
Antes de la siembra	10	0	0	104	210	20	20	428
100% AO	4	2	2	30	48	16	0	312
80% AO + 20% BB	6	0	0	60	22	10	8	722
80% AO + 10% BB + BE	0	2	0	30	12	0	14	1472

Fuente: Elaboración propia.

En general, se observó una reducción de fitonematodos posterior al cultivo en todos los tratamientos, el número de los nematodos de vida libre aumentó considerablemente en los tratamientos 80%AO + 20%BB y 80%AO + 10%BB + BE. Los nematodos de vida libre son de suma importancia en procesos como liberación de nutrientes, antagonismos de fitonematodos, supresión de plagas, disminución de enfermedades causadas por bacterias y hongos; además de que son indicador de calidad de suelo (Ferris, *et al.*, 2001; Ferris, 2010; Lara, *et al.*, 2003; Sánchez & Talabera, 2012).

Análisis costo-beneficio

El precio establecido para la comercialización de la fruta fue de 1,29 dólares por kg, un 70% mayor en comparación con el valor por kg de fruta producida de forma convencional. A pesar del gran incremento, este precio fue aceptado por el comercio local de productos orgánicos en la región.

El análisis de costo-beneficio mostró que los tratamientos que superaron los costos fueron el B, C, D, E, F e I; mientras que el A, G y H presentaron gastos mayores a sus ingresos (Tabla 13, Anexos 16 y 17).

El mejor tratamiento fue el resultante de distancia de siembra de 0,4 cm y fertilización 80% AO + 10% BB + BE, que superó en un 57% sus costos de producción, seguido por los tratamientos E y el B que superaron en 31% y en 28% sus costos de producción (Tabla 13).

Tabla 13. Relación costo-beneficio para la producción orgánica de melón (*Cucumis melo L.*, tipo *Inodorus cv. Honeydew*) en ambiente semi-protegido.

Tratamiento	Distancia de siembra	Fertilización	Ingresos estimados (\$/ha)	Costo estimado (\$/ha)	Relación costo:beneficio
A	0,3	100%AO	19.092	19.743	0,97
B	0,3	80% AO + 20% BB	24.123	18.918	1,28
C	0,3	80% AO + 10% BB + BE	21.543	18.303	1,18
D	0,4	100%AO	22.575	19.054	1,18
E	0,4	80% AO + 20% BB	24.768	18.918	1,31
F	0,4	80% AO + 10% BB + BE	28.767	18.338	1,57
G	0,5	100%AO	14.448	18.987	0,76
H	0,5	80% AO + 20% BB	18.318	19.017	0,96
I	0,5	80% AO + 10% BB + BE	20.124	18.329	1,10

Fuente: Elaboración propia.

El precio al que se comercializó el producto es apto para el comercio local, pero podría tener problemas en mercados sujetos a mayor demanda; sin embargo, al ser un producto orgánico le confiere la posibilidad de competir en mercados diferenciados (Escalona, *et al.*, 2009; Vargas, *et al.*, 2019). Por otro lado, el mejor tratamiento en cuanto a costo-beneficio fue el que consistió en una densidad de siembra de 25.000 plantas/ha (0,4m), presentó el segundo costo más bajo y el mayor ingreso estimado; no obstante, no existe diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a esa rentabilidad.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo con los resultados de este trabajo en el cual se evalúa una propuesta productiva de melón orgánica, es posible concluir que la distancia de siembra entre plantas es un aspecto que influye de manera importante en los parámetros productivos del cultivo. A mayor distancia de siembra mayor es el peso de los frutos, pero a menor distancia de siembra mayor es el número de frutos. La densidad de siembra que mostró mayores rendimientos fue la de 25.000 plantas/ha ó 0,4m. Por otro lado, no se obtuvo diferencia en rendimientos de acuerdo con la fertilización empleada pero sí en los pesos promedio de los frutos y en los grados brix de los mismos, el manejo orgánico del cultivo favorece grados brix entre los 12,2 y 14,6.

Algunos tratamientos mostraron una relación costo:beneficio favorable para la producción comercial de melón Honey dew tipo inodorus en las condiciones ambientales del presente estudio, el mejor fue a 25.000 plantas/ha, fertilizado 80% con abono orgánico, 10% BioFeed Base y Bioestimulantes. Sin embargo, la información generada en este estudio permite elegir combinaciones de densidad de siembra y fertilización para obtener frutos de diversos tamaños, calidades y rendimientos de acuerdo con el mercado meta.

Por otro lado, el estudio indicó que el manejo orgánico de melón mejora las características microbiológicas del suelo y reduce los fitopatógenos, lo que se traduce en mejoras en la calidad del suelo y preservación del ambiente. en el largo plazo de continuarse la producción orgánica de melón y otros cultivos en la zona.

Es importante mencionar que este trabajo evalúa una propuesta de producción orgánica de melón para una zona que no es la tradicional para esta actividad, la cual se considera que no posee los requerimientos ambientales óptimos para el cultivo. No obstante, en las condiciones y manejo propuesto

fue posible producir melón de calidad, por lo que su producción es una opción factible para diversificar cultivos en fincas orgánicas de la zona.

Recomendaciones

Algunas recomendaciones derivadas del análisis de la información obtenida en este trabajo son las siguientes:

Es recomendable evaluar el sistema de producción propuesto en ambiente completamente protegido, para evitar algunas de las problemáticas enfrentadas; por ejemplo, la presencia de insectos plaga, vectores de enfermedades producidas por virus.

Además, es importante evaluar el manejo propuesto para la producción de melón orgánico en una zona tradicional de siembra de melón, con el fin de verificar si es posible obtener mayores rendimientos de producción, en condiciones de luminosidad más favorables.

Es conveniente evaluar los momentos de aplicación de los fertilizantes más efectivos para aumentar el rendimiento.

Se recomienda considerar el uso de parasitoides y depredadores de áfidos en el cultivo orgánico de melón.

Se recomienda la siembra de melón en áreas de mayor luminosidad, para favorecer la eficiencia fotosintética de la planta.

Bibliografía

- Agusti, A.F. (2013). *Evaluación de la rentabilidad de producción de dos cultivares de melón (Cucumis melo L. cvs. Winter Dew y Honey Dew Green Flesh), para trasplante temprano en el Valle del Huasco*. [Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo mención en Fitotecnia]. Universidad de Chile.
- Alayo, L. (2018). *Efecto de tres dosis crecientes de un bioestimulante y la mezcla de un bioestimulante y un antiestresante en el enraizamiento de Ananas comosus L. var. Roja Trujillana en diferentes suelos en Poroto, La Libertad*. [Tesis para optar al grado de ingeniero agrónomo]. Universidad Nacional de Trujillo.
- Álvarez, A., López, E., Huez, M., Preciado, F., Valenzuela, P., Martínez, F. y Zazueta, C. (2011). *Evaluación de seis cultivares de melón (Cucumis melo L., Inodorus group) honey dew en la Región de la costa de Hermosillo*. XIV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas.
https://dagus.unison.mx/publicaciones/congresos/XIV%20Congreso%20Internacional/Articulo%20Alvarez-Aviles%20_UABC2011.pdf
- Añasco, A. y Picado, J. (2004). *La salud en la finca orgánica y su relación con la nutrición de las plantas: control y prevención de insectos y enfermedades*. Serie Agricultura Orgánica N°11. CEDECO.
- Arauz, L.F. (1996). La protección de cultivos en la agricultura sostenible: perspectivas para Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*, 41, 29-36.
- Arreola, I. (2016). *Interacción genotipo-ambiente en melón (Cucumis melo L.) para características fisiológicas, rendimiento y calidad de fruto*. [Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo en Producción]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Arrieta, E. 26 de julio 2019. Costa Rica exportó sandía y melón orgánicos a Europa por primera vez. *La República*, p 2.

- Bach, O. (2007). *Agricultura e implicaciones ambientales con énfasis en algunas cuencas hidrográficas principales*. Décimo tercer informe sobre el Estado de la Nación. 22p.
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R. y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97.
- Bertsch, F. (1998). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Primera Edición. San José, Costa Rica. 157p.
- Bertsch, F. y Ramírez, F. (1997). *Curvas de crecimiento y de absorción de nutrimentos en melón (Cucumis melo) "Honey dew" y sandía (Citrullus lanatus) "Crimson jewel"*. En: Bertsch F. 2009. Absorción de nutrimentos por los cultivos. ACCCS.
- Bolaños, A. (1998). *Introducción a la Olericultura*. CR EUNED. 351p.
- Borrego, F., López, A., Fernández, J.M., Murillo, M., Rodríguez, S.A., Reyes, A. y Martínez, J.M. (2001). Evaluación agronómica de melón (*Cucumis melo* L) bajo condiciones de campo. *Agronomía Mesoamericana*, 12(1), 57-63.
- Botto, A.S. (2011). *Evaluación del rendimiento y total de sacarosa disuelta ($^{\circ}$ Bx) de quince cultivares de melón (*Cucumis melo* L.) en sustrato compost y mezcla compost con arena bajo condiciones de macrotúnel*. Zamorano, Honduras. [Proyecto especial de graduación para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica]. Universidad Zamorano.
- Bravo, V., Partanen, T. y Wesseling, C. (2007). *Indicadores de riesgo para la salud humana en la sostenibilidad de cadenas agroalimentarias en América Central*. Universidad Nacional. Heredia: IRET-UNA. Informe Técnico. 60p.
- Brechelt, A. (2000). *Agricultura Orgánica*. Guía Técnica N°35. CEDAF. 36p.
- Cabrera, I. (2001). Conjunto Tecnológico para la Producción de Melón "Cantaloupe" y "Honeydew". *Insectos y su manejo integrado*, 161, 1-5.

- Calderón, E. (2017). *Establecimiento de un cultivo de melón variedad cantaloupe (Cucumis melo L.) como estrategia innovadora para fomentar el desarrollo agrícola y social del municipio de Sardinata Norte de Santander*. [Tesis para optar al grado de Ingeniero agrónomo]. Universidad de La Salle.
- CANAPEMS. (2009). *Industria exportadora de melones en Costa Rica*. Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Melón y Sandía de Costa Rica, San José. Informe interno. 17 de junio. 6p.
- Casaca, A.D. (2005). *El cultivo del melón*. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Documento Técnico. 13p.
- Díaz, J.M. (2013). *Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad de fruta de melón (Cucumis melo L.) cultivado en invernadero*. [Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia]. Universidad de Costa Rica. 60p.
- Elizondo, M. (2010). *Efecto de la polinización abierta en la producción de melón (Cucumis melo) híbrido dorado, en Lepanto, Puntarenas y Nandayure, Guanacaste*. [Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 41p.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C. y Martín, A. (2009). *Manual de cultivo del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) y melón (Cucumis melo L.)*. Nodo Hortícola, VI Región.
- Escribano, S. (2010). *“Caracterización etnobotánica, agro-morfológica, sensorial, físico-química, nutricional y molecular de las variedades locales de melón de Villaconejos”*. [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid.
- Espinosa, D.C. (2004). *Caracterización de la producción ecológica en Colombia*. IICA. Bogotá, Colombia. 33p.
- Fallik, E., Shalom, Y., Alkalai, S., Larkov, O., Brandeis, E. and Ravid, U. (2005). External, internal and sensory traits in Galia-type melón treated with different waxes. *Postharvest Biology and Technology*, 36, 69-75.

- Ferris, H., Bongers, T., de Goede, R. (2001). A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology*, 18, 13-29.
- Ferris, H. (2010). Form and function: Metabolic footprints of nematodes in the soil food web. *European Journal of Soil Biology*, 46, 97-104.
- García, A., Vicente, F., Condés, L. y López, R. (2013). Ensayo de nuevas variedades de melón. Horticultura. *Programa de Innovación Tecnológica* 16.44p.
- García, J., Rodríguez, Z. y Lugo, J. (2006). Efecto del cultivar y la distancia entre plantas sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del melón. *Revista de la Facultad de Agronomía*, (LUZ). 23, 443-452.
- Gómez, M., Camero, R. y González, J. (1997). *El melón en invernadero*. En: Santander C. 2012. *Efecto de la inoculación con Glomus intraradices Schenck & Smith y Trichoderma harzianum Rifai, en el cultivo de melón (Cucumis melo Linneo.; tipo Inodorus var. Honeydew Orange Flesh)*. [Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Arturo Prat. 119p.
- González, N. (2019). *Respuesta de Aphis gossypii Glover (Homoptera: Aphididae) y sus enemigos naturales entomófagos a la colonización de plantas de melón por hongos entomopatógenos endófitos*. [Tesis para optar al grado de Doctorado]. Universidad de Córdoba. 187p.
- Grijalva, C.R.L., Macías, D.R., Grijalva, D.S.A. y Robles, C.F. (2011). Evaluación del efecto de la fecha de siembra en la productividad y calidad de híbridos de pepino europeo bajo condiciones de invernadero en el noroeste de Sonora. *BIOtecnia*, 13, 29-36.
- IMN. (2007). Diagnóstico Biofísico para Costa Rica. *Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones*. 182p.
- Jett, L. (2006). *High tunnel melón and watermelon production*. Department of Horticulture, University of Missouri.

- Lara, R., Castro, T., Castro, G., Castro, J., Malpica, A. (2003). La importancia de los nematodos de vida libre. *Contactos*, 48, 43-46.
- León, F. (2007). *Guía práctica de manejo de melón cantaloupe cultivado en suelo, bajo condiciones de invernadero en el campus de la UAQ en Amazcala*. [Tesis para optar al grado de especialidad en Ingeniería de Invernaderos]. Universidad Autónoma de Querétaro. 92p.
- Lester, G. (1997). Melon (*Cucumis melo* L.) fruit nutritional quality and health functionality. *Hortechology*, 7(3), 222-228.
- Lombaerts, T. (2014). *Sabor, pequeños calibres y más información para el consumidor*. Revista Mercados. <http://www.revistamercados.com/articulo/sabor-pequenos-calibres-y-mas-informacion-para-el-consumidor/>
- López, A.J. y Benavides, C. (2014). Respuesta térmica del invernadero de la estación experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 121-132.
- López, L. (2016). *Manual Técnico del cultivo del tomate (Solanum lycopersicum)*. Programa regional de investigación e innovación por cadenas de valor agrícola (UE/IICA).
- Loría, C.L. y Herrera, F. (2009). Respuesta de 14 cultivares de melón (*Cucumis melo* L.) al cletodim. Nota Técnica. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 327-338.
- Malais, M.H. y Ravensberg, W.J. (1992). *Conocer y reconocer. Las plagas de cultivos semi-protegidos y sus enemigos naturales*. Edición Revisada Koppert Biological Systems.
- Mamani, V.A. (2013). *Efecto de la aplicación de biofertilizante líquido en dos variedades de melón (Cucumis melo L.) bajo ambiente atemperado*. [Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Maroto, J. (1986). *El Melón: Horticultura herbácea especial*. Mundiprensa, Madrid.
- Meléndez, G. y Umaña, G. (2005). "Sistemas poscosecha en frutas de mango, melón y sandía: conceptos y aplicaciones". Memoria Curso de Capacitación. INTA. 141p.

- Méndez, W., Arauz, L.F. y Ríos, R. (2010). Evaluación de fungicidas convencionales e inductores de resistencia para el combate de mildiú vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) en melón (*Cucumis melo*). *Agronomía Costarricense*, 34(2), 153-164.
- Molina, E. (2006). Efecto de la nutrición mineral en la calidad del melón. *Informaciones Agronómicas*, 63, 1-7.
- Molina, E., Salas, R., Martínez, I., Cabalceta, G. y Cabalceta, E. (1992). Fertilización potásica del melón (*Cucumis melo* L. cv. Honey Dew) en Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 16(1), 107-113.
- Monforte, A., Álvarez, J. (2006). *Mejora de la calidad del melón*. En: Llácer G, Díez M, Carrillo J, Badenes M. *Mejora genética de la calidad en plantas*. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas.
- Monge, J.E. (2014). Producción y exportación de melón (*Cucumis melo*) en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27(1), 93-103.
- Monge, J. & Loría, M. (2017). Producción de melón en invernadero: comparación agronómica entre tipos de melón. *Revista Posgrado y Sociedad*, 15(2), 79-100.
- Morales, P. y Cermeli, M. (2001). Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. *Entomotropica*, 16(2), 73-78.
- Mora, E. (1988). *Estudio de Factibilidad para la Producción de 10 hectáreas de Melón (Cucumis melo L.) en el Cantón de Cañas, Provincia de Guanacaste*. [Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía]. Universidad de Costa Rica. 151p.
- Mora, F. y Araya, C.M. (2002). Mancha bacteriana del fruto de melón y sandía: manejo integrado de una emergencia. *Manejo integrado de plagas y agroecología*, (66), 105-110.
- Moreno, A., García, L., Cano, P., Martínez, V., Márquez, C., Rodríguez, N. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(2), 163-173.

- Namesny, A. (1997). Melones. Barcelona, ES, Ediciones de Horticultura. 227 p.
- Naranjo, A.R. (2012). *Evaluación agronómica y de calidad en diferentes híbridos de melón Cucumis melo grupo Cantaloupe bajo condiciones controladas en el valle de Tumbaco*. [Tesis para optar al grado de Ingeniero en Agroempresa]. Universidad San Francisco de Quito. 59p.
- Navarro, E. (2008). *Influencia de las alteraciones texturales del suelo sobre la calidad del melón galia cultivado en invernadero*. [Tesis para optar al grado de Philosophiae Doctor]. Universidad de Almería-Universidad de Granada. 379p.
- Olalde, V.M., Mastache, A.A., Carreño, E., Martínez, J. y Ramírez, M. (AÑO). El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente semi-protegido. *Interciencia*, 39(10), 712-718.
- Orellana, G. (2017). *Uso complementario de una bacteria promotora del crecimiento en la producción y calidad de frutos de melón (Cucumis melo L. var. Cantalupensis Naud. Tipo Charentais), en cultivo orgánico bajo invernadero*. [Título para optar al grado de Ingeniero Agrónomo]. Universidad de Talca-Chile. 33p.
- Paduan, M., Campos, R., Clemente, E. (2007). Qualidade dos frutos de tipos de melao, produzidos em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(3), 535-539.
- Pardo, J., Alvarruiz, A., Varón, R. and Gómez, R. (2000). Quality evaluation of melón cultivars. Correlation among physical-chemical and sensory parameters. *Journal of food quality*, 23, 161-170.
- Pérez, L. (2008). *Evaluación microbiológica de la calidad del suelo en cultivos de Tabaco (Nicoatiana tabacum) en los municipios de Girón y Piedecuesta (Santander) utilizando como indicadores los Grupos funcionales de microorganismos*. [Proyecto de grado para optar al título de Biólogo]. Universidad Industrial de Santander. 82p.

- PROCOMER. (2018). Estadísticas de Comercio Exterior Costa Rica 2017. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, San José. 249p.
- Queiroga, R., Silva, Z., Oliveira, O., Santos, E., Silva, H., Costa, F. & Assis, L. (2020). Melon fruit yield and quality as a function of doses and times of bioestimulant application. *Research, Society and Development*, 9(7), 1-18.
- Quesada, R. (2007). Los Bosques de Costa Rica. IX Congreso Nacional de Ciencias. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 16p.
- Quirós, G.E. (1999). *Estudio de casos para dos fincas productoras de melón Honey dew, bajo sistemas diferentes de riego (por goteo y por gravedad) en la zona de Parrita*. [Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Economía Agrícola]. Universidad de Costa Rica. 79p.
- Reche, J. (2008). Cultivo del melón en invernadero. Junta de Andalucía. Agricultura. Serie Horticultura. 305p.
- Robles, R., Rodríguez, J., Martínez, J. (2005). Desarrollo vegetativo de melón (*Cucumis melo* L.) establecido por trasplante, con guiado vertical y acolchado plástico en la comarca lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4, 15-20.
- Ruiz, C., Rusian, T. (2009). El melón: cultivo y poscosecha en Venezuela. Primera Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Maracay, Venezuela. Serie B-N°12.52p.
- Salas, J.A. (2006). Compartiendo nuestras experiencias en investigación participativa. Caso: cultivo del melón en San José de los Ranchos. Maracay, Ven., Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara. Serie D N°6. 31p.

- Sánchez, D.S. (2006). *Diagnóstico de la situación actual y perspectivas futuras de la industria de melón (Cucumis melo L.) en Honduras*. [Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Administración de Agronegocios]. Universidad Zamorano. 81p.
- Sánchez, M.V., Agüero, R. y Rivera, C. (1998). Plantas hospederas de los virus más importantes que infectan el melón, *Cucumis melo* (Cucurbitaceae) en Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 46(1), 13-25.
- Sánchez, S. y Talavera, M. (2012). Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. *Ecosistemas*, 22(1), 50-55.
- Santander, C. (2012). *Efecto de la inoculación con Glomus intraradices Schenck & Smith y Trichoderma harzianum Rifai, en el cultivo de melón (Cucumis melo Linneo.; tipo Inodorus var. Honeydew Orange Flesh)*. [Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Arturo Prat. 119p.
- Santander, C. and, Olave, J. (2012). Effect of symbiosis in the production of melón seedlings with arbuscular mycorrhizal fungi. *IDESIA*, 30(2), 75-83.
- Santos, B., Obregón, O.H. y Salamé, D.T. (2010). Producción de hortalizas en ambientes semi-protegidos: estructuras para la agricultura protegida. Publicación HS1182, University of Florida, IFAS Extension. UF Department of Horticultural Sciences. Florida, Estados Unidos. 5 p.
- Sequeira, L. (1995). Influencia de la biotecnología en el manejo integrado de plagas de los cultivos tropicales. *Manejo Integrado de Plagas*, 35, 40-45.
- 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 para optar al grado de Licenciado en Ciencias Hortícolas]. Universidad Rafael Landívar. 71p.

- Valdés, M. and Gatica, A.M. (2009). Effect of BAP and IAA on shoot regeneration in cotyledonary explants of Costa Rican melon genotypes. Technical note. *Agronomía Costarricense*, 33(1), 125-131.
- Valverde, L., Moreno, J., Quijije, K., Castro, A., Merchan, W. & Gabriel, J. (2020). Los bioestimulantes: una innovación en la agricultura para el cultivo de café (*Coffea arabica* L). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18-28.
- Vandermeer, J. (1996). El conocimiento ecológico y la complejidad para el manejo integrado de plagas, en el mundo postmoderno. *Manejo Integrado de Plagas*, 41, 37-44.
- Vargas, G., Álvarez, V., Guigón, C., Cano, P. & García, M. (2019). Impacto ambiental por el uso de plaguicidas en tres áreas de producción de melón en la Comarca Lagunera, México. *Biotecnología y Ciencias Agropecuarias*, 13(2), 113-127.
- Vásquez, M.A., Vinícius, M., da Silva, N. y de Sousa, V. (2006). Fertirriego por goteo superficial y enterrado del melón (*Cucumis melo* L.) en invernadero. *Ingeniería del agua*, 13(1), 13-24.
- Vindas, L. (2012). "El melón está cerca de ser un cultivo para la historia". *El Financiero*, Costa Rica. 27 septiembre. Disponible en: http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/Costa-Rica-dejara-exportar-melon_0_158384166.html?print=1.
- Zavaleta, E. (1999). Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. *Terra*, 17(3), 202-207.

Anexos

Anexo 1. Descripción de las características del abono orgánico empleado en la investigación.

Es un abono orgánico producido por Abonos Vivos S.A, que es una empresa fundada en el año 2000, que nace de la necesidad en el mercado agrícola de un abono orgánico terminado, estable, inocuo, de características constantes y económico a la vez.

El compost que producen es hecho a base de broza de café, mediante una tecnología proveniente de Austria llamada "Controlled Microbial Composting," la cual consiste en realizar volteos frecuentes a la materia orgánica controlando simultáneamente la temperatura, humedad y oxígeno, con el fin de obtener una descomposición aeróbica. Dependiendo de las condiciones ambientales el proceso dura entre 3 a 4 meses, y se obtiene como resultado un material de color negro, con olor a tierra de bosque, listo para ser aplicado al campo sin peligro de ocasionar daño alguno a la planta.

Dentro de las ventajas de utilizar abono orgánico, destacan las siguientes:

- Suple en forma continua y gradual (lenta liberación) macro y micronutrientes.
- Aumenta la retención del agua en el suelo y a la vez mejora la infiltración de la misma.
- Permite obtener un mayor porcentaje de eficiencia de los fertilizantes químicos al aumentar la capacidad de intercambio de cationes.
- Aumenta la capacidad buffer del suelo y en consecuencia reduce las oscilaciones de pH.
- Aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo y por ende el contenido de N.
- Aumenta la población microbiana del suelo.
- Incrementa la capacidad biológica del suelo para amortiguar patógenos (supresión en suelos).

En el mercado existen distintas alternativas de abonos orgánicos de donde escoger. Sin embargo, es importante tomar muy en cuenta si realmente se ha realizado algún proceso de compostaje sobre la materia orgánica que se va a elegir, y también, verificar que el contenido de materia prima sea el especificado. Ejemplo muy claro es el de la gallinaza, la cual por su estado fresco contiene muchas

sustancias en proceso de descomposición que cuando se aplican producen alteraciones en el suelo y afectaciones a las plantas. Por lo tanto, se le adicionan altas cantidades de aserrín o granza para disminuir dicho efecto, y se termina comprando aserrín a precio de abono orgánico.

Las bondades expuestas anteriormente, se logran obtener utilizando un abono terminado como el nuestro, bien estable, bien humificado y fácil de aplicar. Nuestro compost por lo general tendrá una humedad de aproximadamente 35% y su presentación es en sacos de 40 kg. El producto cuenta con certificado de libre venta del M.A.G. y certificado de equivalencia de abono orgánico por ECO-LOGICA. Nuestras puertas están siempre abiertas y quien lo desee puede visitarnos para conocer tanto el proceso como el producto final.

Anexo 2. Descripción de las características del producto B!oFeed Base utilizado en tratamientos de la investigación (Ficha Técnica del Producto).

B!oFeed Base es una mezcla compleja de proteínas de origen vegetal enriquecida con roca fosfórica (2% P_2O_5) y sulfato de potasio (4% K_2O). Además, en este producto muchos micronutrientes están presentes debido a la utilización de algas. No contiene derivados de animales (sangre, huesos, estiércol, etc.), amoníaco ni urea. Se sabe que el amoníaco libre provoca estrés y daños a los organismos del suelo y las plantas así, con el B!oFeed Base se evita este tipo de daño.

Los elementos nutritivos del B!oFeed Base se incorporan de inmediato en la vida microbiológica del suelo, lo que reduce el riesgo de pérdida de N por percolación hacia capas más profundas del suelo.

El N es incorporado poco a poco en función de la temperatura, siguiendo así las necesidades naturales de las plantas. Otra característica única del B!oFeed Base es su variada gama de aminoácidos de origen vegetal que es importante para la producción eficiente de proteínas, fundamentales en el crecimiento, la resistencia a las enfermedades y el vigor de los cultivos.

Para las plantas, una dieta bien equilibrada es importante para poder optimizar la producción (crecimiento) y salud (resistencia a enfermedades).

En el suelo, la composición especial del B!oFeed Base mejora la disponibilidad de sus nutrientes.

Aporta materia prima esencias para el crecimiento y el desarrollo de los microorganismos benéficos de suelos y las plantas. Aplicable a cualquier tipo de suelo y plantas.

Anexo 3. Descripción de los diferentes bioestimulantes evaluados en el proyecto productivo.

B!ofeed Calidad	B!ofeed Amin	B!oFeed Start
<p>Es un extracto de algas (<i>Fucus</i> sp.) y plantas aromáticas. El producto es un activador del metabolismo secundario de las plantas, por lo que generan resistencia a las enfermedades. Además, contiene precursores de citoquininas y componentes como ácidos fúlvicos que favorecen una mayor absorción de nutrientes. Se utiliza para el desarrollo vegetativo de las plantas.</p> <p>De uso foliar y por sistema de riego.</p>	<p>Este producto está compuesto por aminoácidos vegetales para el crecimiento y el rendimiento óptimo de las plantas; para esto contiene una rica variedad de aminoácidos, específicamente 24 diferentes (25% aminoácidos totales y de 13 a 15% de aminoácidos libres). Por esta razón los aminoácidos son rápidamente asimilados y utilizados por las plantas. Se emplea en cualquier etapa del cultivo; sin embargo, en períodos de floración y cuaje es de suma importancia su aplicación.</p> <p>De uso foliar y por sistema de riego.</p>	<p>Es un extracto de plantas aromáticas y algas. Activador de la microbiología benéfica del entorno de la raíz. Contiene compuestos precursores de auxinas por lo que se utiliza para promover el desarrollo de raíces, específicamente pelos radiculares. Además, su uso continuo genera acortamiento de entrenudos, lo que permite tener plantas más compactas y actúa mejorando la floración de los cultivos.</p> <p>De uso foliar y por sistema de riego.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Descripción de los requerimientos de fertilización del cultivo de melón orgánico, calculados según las necesidades de la variedad, descritos por Bertsch y Ramírez (1997).

Descripción	N	P	K	Ca	Mg
Requerimientos para producir 43 toneladas de melón Honey dew (kg/ha)	83	15	97	114	24
	%			mg/L	cmol(+)/L
Contenido de nutrientes en el suelo de la parcela de la finca FINMAC, Pococí	0,19	7,5	0,3	7,6	2,9
Contenido de nutrientes en una hectárea de suelo de la finca FINMAC, Pococí (asumiendo 20cm de profundidad) (kg/ha)	48	15	234	3040	696
Diferencia entre los nutrientes requeridos por ha y los disponibles en la finca FINMAC, Pococí (kg/ha)	-35	0	137	2926	672

Bertsch (1998) recomienda asumir que no hay N en el suelo, por lo que se hicieron los cálculos de fertilizantes requeridos tomando el valor del N en el suelo como cero.

Anexo 5. Composición química y características físicas de los fertilizantes orgánicos empleados como fuente principal de nitrógeno.

	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% Humedad	% Materia Seca	% eficiencia
Abono Orgánico (AO), compost de broza de café, Abonos Vivos								
S. A	1,2	0,26	2,35	0,7	0,3	29%	71%	50%
BloFeed Base	8,84	0,95	4,11	3,09	1,07	9%	91%	60%

Análisis químico realizado por el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica.

Anexo 6. Descripción de los tratamientos de fertilización evaluados en el cultivo orgánico de melón.

Tratamiento 1: El 100% de los requerimientos del cultivo se suplieron con abono orgánico (AO), compost de broza de café, proveniente de Abonos Vivos S.A

Requerimiento (kg/ha) de AO (materia seca)	6917
Requerimiento (kg/ha) de AO (incluye % humedad)	9742
Requerimiento (kg/ha) asumiendo un 50% de eficiencia del fertilizante	19484

Tratamiento 2: El 80% de los requerimientos del cultivo se suplieron con abono orgánico (AO), compost de broza de café, proveniente de Abonos Vivos S.A y un 20% con B!oFeed Base (BB)

Requerimiento (kg/ha) de AO para suplir el 80% de las necesidades del cultivo	15587
Requerimiento (kg/ha) de BB (materia seca)	188
Requerimiento (kg/ha) de BB (incluye % humedad)	206
Requerimiento (kg/ha) asumiendo un 60% de eficiencia del fertilizante	344

Tratamiento 3: El 80% de los requerimientos del cultivo se suplieron con abono orgánico (AO), compost de broza de café, proveniente de Abonos Vivos S.A, un 10% con B!oFeed Base (BB) y el uso de bioestimulantes (BE)

Requerimiento (kg/ha) de AO para suplir el 80% de las necesidades del cultivo	15587
Requerimiento (kg/ha) asumiendo un 60% de eficiencia del fertilizante	172
BioFeed Calidad (litros/ha)	6
B!oFeed Start (litros/ha)	5
B!oFeed Amin (litros/ha)	10

Anexo 7. Productos, estrategias y técnicas para el control de plagas en la producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. Honey dew) en ambiente semi-protegido.

Plaga	Métodos de control	Fuente
Minador (<i>Liriomyza</i> <i>sativae</i>)	Enemigos naturales: parasitoides como <i>Diglyphus isaea</i> y el nematodo entomopatógeno <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> . Trampas: cromotrópicas adhesivas amarillas Feromonas: para captura de adultos Repelentes: extractos de chile y ajo.	(Malais y Ravensberg, 1992, Casaca, 2005, Reche, 2008)
Gusano perforador del pepino y melón (<i>Diaphania</i> <i>nitidalis</i> , <i>Diaphania</i> <i>hyalinata</i> Ord. Lepidóptera Fam. Pyrilidae)	Feromonas: para captura de adultos. Enemigos naturales: virus de la poliedrosis nuclear, productos biológicos a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> y parasitoides como <i>Trichogramma evanescens</i> y <i>Cotesia flavipes</i> . Uso de trampas adhesivas cromáticas. Otros compuestos: spinosad.	(Malais y Ravensberg, 1992, Casaca, 2005, Reche, 2008)
Áfidos o pulgones (<i>Aphis</i> spp. y <i>Myzus persicae</i>)	Enemigos naturales: parasitoides como <i>Aphidius colemani</i> , depredadores como <i>Crysoperla carnea</i> ; ambos disponibles en el mercado. Hongos entomopatógenos: <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> Extractos de plantas: aceites de tomillo. Trampas: cromotrópicas adhesivas amarillas.	(Malais y Ravensberg, 1992, Casaca, 2005, Reche, 2008, González, 2019)

	Otros compuestos: sales potásicas.	
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) Ord. Homóptera Fam. Aleyrodidae)	<p>Enemigos naturales: parasitoides como <i>Encarsia formosa</i>, <i>Eretmocerus eremicus</i>, <i>Eretmocerus mundus</i>, depredadores como <i>Amblyseius swirskii</i>, <i>Amblyseus cucumeris</i>; todos disponibles en el mercado.</p> <p>Hongos entomopatógenos: <i>Lecanicillium lecanii</i>, <i>Metarhizium anisopiae</i>. <i>Beauveria bassiana</i></p> <p>Extractos de plantas o aceites esenciales: tomillo, canela y clavo de olor.</p> <p>Otros compuestos: sales potásicas.</p> <p>Trampas: cromotrópicas adhesivas amarillas</p>	(Malais y Ravensberg, 1992, Casaca, 2005, Reche, 2008)
Trips, principalmente <i>Frankliniella</i> <i>occidentalis</i>	<p>Enemigos naturales: depredadores como <i>Amblyseius cucumeris</i>, <i>Amblyseius swirskii</i>, <i>Orius insidiosus</i>, <i>Hypoaspis aculeifer</i>; nematodos entomopatógenos como <i>Steinernema feltiae</i> y <i>Heterorhaptitis bacteriophora</i>; todos disponibles en el mercado.</p> <p>Hongos entomopatógenos: <i>Beauveria bassiana</i></p> <p>Trampas: cromotrópicas adhesivas azules</p> <p>Otros compuestos como spinosad, sales potásicas.</p>	(Malais y Ravensberg, 1992, Reche, 2008)
<i>Meloidogyne</i> sp.	<p>Se recomienda solarización.</p> <p>Hongos como <i>Trichoderma harzianum</i>, <i>Paecilomyces anisopiae</i></p>	(Reche, 2008)

<i>Tetranychus</i> spp., principalmente <i>T. urticae</i>	Enemigos naturales: ácaros depredadores como <i>A. swirskii</i> , <i>Amblyseius californicus</i> , <i>Phytoseiulus persimilis</i> ; todos disponibles en el mercado. Extractos de plantas: aceites esenciales de canela, clavo de olor. Otros compuestos: azufre elemental, sulfocálcicos.	(Malais y Ravensberg, 1992, Reche, 2008)
<i>Spodoptera</i> y <i>Heliothis</i> (Ord. Lepidóptera Fam. Noctuidae).	Enemigos naturales: virus de la poliedrosis nuclear, productos biológicos a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> y parasitoides como <i>Trichogramma evanescens</i> y <i>Trichogramma brassicae</i> . Feromonas: para captura de adultos.	(Malais y Ravensberg, 1992, Reche, 2008)

Anexo 8. Productos, estrategias y técnicas para el control de enfermedades en la producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L.)

Organismo o compuesto	Uso	Fuente
Aceites esenciales de plantas como romero, tomillo, menta, ajo, cítricos, chile entre otros.	Utilizados para desinfección de suelos, control de enfermedades provocadas por hongos y bacterias, bioestimulantes de defensa de las plantas.	(Añasco y Picado, 2004, Reche, 2008)
<i>Trichoderma harzianum</i>	Para prevenir incidencia de enfermedades causadas por <i>Phytophthora</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Botrytis cinérea</i> , <i>Rhizoctonia</i> spp., reducir la incidencia de nematodos y promover el desarrollo radicular de las plantas.	(Casaca, 2005)
<i>Bacillus subtilis</i>	Control de enfermedades fúngicas aéreas	
Caldo bordelés	Para control de algunas plagas y hongos principalmente.	(Añasco y Picado, 2004)
Sulfato de cobre pentahidratado	Para control de enfermedades causadas por hongos y bacterias.	
Microorganismos de montaña (MM)	Para aumentar la biodiversidad en el suelo y bajar la presión de cualquier enfermedad.	(Añasco y Picado, 2004)
Saneamiento	Evitar excesos de vegetación que favorecen el desarrollo de las enfermedades y eliminar hojas y tejidos enfermos	(Reche, 2008)

Anexo 9. Análisis de la varianza correspondiente la variable peso de fruta (g).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso/fruta	154	0,19	0,14	20,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	812211,34	10	81221,13	3,43	0,0005
Bloque	227633,19	2	113816,60	4,80	0,0096
Distancia de siembra	424325,98	2	212162,99	8,95	0,0002
Fertilización	20326,40	2	10163,20	0,43	0,6521
Distancia de siembra*Ferti.	53233,17	4	13308,29	0,56	0,6909
Error	3389052,19	143	23699,67		
Total	4201263,54	153			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=75,02545

Error: 23699,6657 gl: 143

Bloque	Medias	n	E.E.	
Sombra	681,50	46	23,70	A
Medio	762,51	74	18,43	B
Sol	777,58	34	27,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=72,15489

Error: 23699,6657 gl: 143

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.
----------------------	--------	---	------

0,3	670,16	51	21,87	A
0,4	743,93	61	20,70	B
0,5	807,50	42	24,59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=71,72664

Error: 23699,6657 gl: 143

Fertilización	Medias n	E.E.
80%AO + 20%BB	726,58 54	21,40 A
100%AO	740,80 44	24,22 A
80%AO + 10%BB + BE	754,21 56	21,44 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=166,88286

Error: 23699,6657 gl: 143

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.
0,3	100%AO	656,14	15	39,90 A
0,3	80%AO + 20%BB	669,75	19	35,54 A
0,3	80%AO + 10%BB + BE	684,60	17	37,47 A B
0,4	80%AO + 20%BB	722,52	20	35,80 A B
0,4	100%AO	724,72	18	36,32 A B
0,4	80%AO + 10%BB + BE	784,54	23	33,02 A B
0,5	80%AO + 20%BB	787,46	15	39,90 A B
0,5	80%AO + 10%BB + BE	793,50	16	39,39 A B
0,5	100%AO	841,55	11	47,53 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 10. Análisis de varianza correspondiente al número de frutos cuajados por m² en los diferentes tratamientos.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Frutos cuajados/m ²	27	0,05	0,00	45,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,97	8	0,37	0,12	0,9974
Distancia de siembra	0,35	2	0,17	0,06	0,9438
Fertilización	0,47	2	0,24	0,08	0,9245
Distancia de siembra*Ferti..	2,15	4	0,54	0,18	0,9461
Error	53,87	18	2,99		
Total	56,83	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,08126

Error: 2,9926 gl: 18

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.
0,30	3,69	9	0,58 A
0,50	3,72	9	0,58 A
0,40	3,94	9	0,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,08126

Error: 2,9926 gl: 18

Fertilización	Medias	n	E.E.
80% AO + 20% BB	3,60	9	0,58 A
80% AO + 10% BB + BE	3,86	9	0,58 A

100% AO 3,90 9 0,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,94909

Error: 2,9926 gl: 18

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.
0,40	80% AO + 20% BB	3,23	3	1,00 A
0,30	100% AO	3,53	3	1,00 A
0,50	80% AO + 10% BB +BE	3,57	3	1,00 A
0,30	80% AO + 10% BB +BE	3,67	3	1,00 A
0,50	80% AO + 20% BB	3,70	3	1,00 A
0,30	80% AO + 20% BB	3,87	3	1,00 A
0,50	100% AO	3,90	3	1,00 A
0,40	100% AO	4,27	3	1,00 A
0,40	80% AO + 10% BB +BE	4,33	3	1,00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 11. Análisis de varianza del número de frutos cosechados por m² en los diferentes tratamientos.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Frutos/m ²	27	0,18	0,00	55,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,76	8	0,84	0,51	0,8356
Distancia de siembra	5,05	2	2,52	1,51	0,2467
Fertilización	1,26	2	0,63	0,38	0,6910
Distancia de siembra*Ferti..	0,45	4	0,11	0,07	0,9908
Error	30,00	18	1,67		
Total	36,76	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55329*Error: 1,6669 gl: 18*

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.	
0,50	1,71	9	0,43	A
0,30	2,54	9	0,43	A
0,40	2,69	9	0,43	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55329***Error: 1,6669 gl: 18*

Fertilización	Medias	n	E.E.	
100% AO	2,01	9	0,43	A
80% AO + 10% BB +BE	2,45	9	0,43	A
80% AO + 20% BB	2,48	9	0,43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,69362

Error: 1,6669 gl: 18

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.
0,50	100% AO	1,32	3	0,75 A
0,50	80% AO + 20% BB	1,86	3	0,75 A
0,50	80% AO + 10% BB +BE	1,94	3	0,75 A
0,30	100% AO	2,28	3	0,75 A
0,40	100% AO	2,43	3	0,75 A
0,30	80% AO + 10% BB +BE	2,45	3	0,75 A
0,40	80% AO + 20% BB	2,69	3	0,75 A
0,30	80% AO + 20% BB	2,90	3	0,75 A
0,40	80% AO + 10% BB +BE	2,95	3	0,75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12. Análisis de la varianza correspondiente la variable rendimiento (kg/m²) de los diferentes tratamientos.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg/m ²	27	0,12	0,00	60,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,49	8	0,31	0,30	0,9558
Distancia de siembra	1,62	2	0,81	0,78	0,4716
Fertilización	0,66	2	0,33	0,32	0,7310
Distancia de siembra*Ferti..	0,21	4	0,05	0,05	0,9945
Error	18,61	18	1,03		
Total	21,10	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,22316

Error: 1,0336 gl: 18

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.	
0,50	1,37	9	0,34	A
0,30	1,67	9	0,34	A
0,40	1,97	9	0,34	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,22316

Error: 1,0336 gl: 18

Fertilización	Medias	n	E.E.	
100% AO	1,45	9	0,34	A
80% AO + 20% BB	1,74	9	0,34	A

80% AO + 10% BB +BE 1,82 9 0,34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,90858

Error: 1,0336 gl: 18

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.
0,50	100% AO	1,12	3	0,59 A
0,50	80% AO + 20% BB	1,42	3	0,59 A
0,30	100% AO	1,48	3	0,59 A
0,50	80% AO + 10% BB +BE	1,56	3	0,59 A
0,30	80% AO + 10% BB +BE	1,67	3	0,59 A
0,40	100% AO	1,75	3	0,59 A
0,30	80% AO + 20% BB	1,87	3	0,59 A
0,40	80% AO + 20% BB	1,92	3	0,59 A
0,40	80% AO + 10% BB +BE	2,23	3	0,59 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13. Análisis de la varianza correspondiente la variable de longitud polar de la fruta.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo Externo	73	0,15	0,01	6,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		5,65	10	0,56	1,05 0,4121
Bloque		0,59	2	0,29	0,55 0,5805
Distancia de siembra		1,95	2	0,97	1,82 0,1712
Fertilización		2,32	2	1,16	2,16 0,1236
Distancia de siembra*Ferti..		0,48	4	0,12	0,22 0,9252
Error		33,26	62	0,54	
Total		38,91	72		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50488

Error: 0,5365 gl: 62

Bloque	Medias	n	E.E.
Sombra	11,43	23	0,16 A
Medio	11,48	26	0,14 A
Sol	11,64	24	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50600

Error: 0,5365 gl: 62

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.
0,3	11,33	27	0,14 A
0,4	11,49	24	0,15 A

0,5 11,73 22 0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50432

Error: 0,5365 gl: 62

<u>Fertilización</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
80%AO + 20%BB	11,35	25	0,15	A
100%AO	11,43	24	0,15	A
80%AO + 10%BB + BE	11,77	24	0,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,18111

Error: 0,5365 gl: 62

<u>Distancia de siembra</u>	<u>Fertilización</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
0,3	100%AO	11,14	9	0,24	A
0,3	80%AO + 20%BB	11,20	9	0,24	A
0,4	80%AO + 20%BB	11,24	7	0,28	A
0,4	100%AO	11,57	9	0,24	A
0,5	100%AO	11,59	6	0,30	A
0,5	80%AO + 20%BB	11,61	9	0,25	A
0,3	80%AO + 10%BB + BE	11,63	9	0,24	A
0,4	80%AO + 10%BB + BE	11,68	8	0,26	A
0,5	80%AO + 10%BB + BE	11,99	7	0,28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 14. Análisis de la varianza correspondiente la variable longitud ecuatorial de la fruta.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho externo	73	0,22	0,10	6,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,31	10	1,13	1,77	0,0849
Bloque	0,30	2	0,15	0,23	0,7925
Distancia de siembra	3,99	2	2,00	3,13	0,0507
Fertilización	5,48	2	2,74	4,30	0,0179
Distancia de siembra*Ferti..	1,44	4	0,36	0,56	0,6902
Error	39,57	62	0,64		
Total	50,87	72			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55067*Error: 0,6382 gl: 62*

Bloque	Medias n	E.E.
Sombra	11,66 23	0,17 A
Medio	11,70 26	0,16 A
Sol	11,81 24	0,17 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55190***Error: 0,6382 gl: 62*

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.
0,3	11,41	27	0,15 A
0,4	11,79	24	0,16 A B

0,5 11,97 22 0,17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55006

Error: 0,6382 gl: 62

<u>Fertilización</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
80%AO + 20%BB	11,44	25	0,16	A	
100%AO	11,63	24	0,17	A	B
80%AO + 10%BB + BE	12,10	24	0,16		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28824

Error: 0,6382 gl: 62

<u>Distancia de siembra</u>	<u>Fertilización</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
0,3	100%AO	11,18	9	0,27	A
0,4	80%AO + 20%BB	11,28	7	0,30	A
0,3	80%AO + 20%BB	11,29	9	0,27	A
0,5	80%AO + 20%BB	11,76	9	0,27	A
0,5	100%AO	11,76	6	0,33	A
0,3	80%AO + 10%BB + BE	11,77	9	0,27	A
0,4	100%AO	11,94	9	0,27	A
0,4	80%AO + 10%BB + BE	12,14	8	0,28	A
0,5	80%AO + 10%BB + BE	12,40	7	0,30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 15. Análisis de la varianza correspondiente la variable grosor de la pulpa de la fruta.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grosor de la pulpa	73	0,18	0,04	6,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		0,54	10	0,05	1,33	0,2329
Bloque		0,01	2	0,01	0,15	0,8638
Distancia de siembra		0,19	2	0,10	2,37	0,1021
Fertilización	0,26	2	0,13	3,27	0,0446	
Distancia de siembra*Ferti..		0,03	4	0,01	0,19	0,9413
Error		2,50	62	0,04		
Total		3,03	72			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13835

Error: 0,0403 gl: 62

Bloque	Medias	n	E.E.	
Sombra 3,00	23	0,04	A	
Medio	3,02	26	0,04	A
Sol	3,03	24	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13866

Error: 0,0403 gl: 62

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.	
0,3	2,97	27	0,04	A
0,4	2,98	24	0,04	A

0,5 3,09 22 0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13820

Error: 0,0403 gl: 62

Fertilización	Medias	n	E.E.		
100%AO	2,94	24	0,04	A	
80%AO + 20%BB	3,02	25	0,04	A	B
80%AO + 10%BB + BE	3,09	24	0,04		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32365

Error: 0,0403 gl: 62

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.	
0,3	100%AO	2,88	9	0,07	A
0,4	100%AO	2,89	9	0,07	A
0,4	80%AO + 20%BB	3,00	7	0,08	A
0,3	80%AO + 20%BB	3,00	9	0,07	A
0,3	80%AO + 10%BB + BE	3,04	9	0,07	A
0,5	100%AO	3,05	6	0,08	A
0,5	80%AO + 20%BB	3,05	9	0,07	A
0,4	80%AO + 10%BB + BE	3,06	8	0,07	A
0,5	80%AO + 10%BB + BE	3,18	7	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 16. Análisis de la varianza correspondiente la variable longitud polar interna de la fruta (cm).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo interno	73	0,16	0,02	7,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,38 10	0,24	1,18	0,3201	
Bloque	0,46 2	0,23	1,15	0,3227	
Distancia de siembra	0,32 2	0,16	0,79	0,4587	
Fertilización	1,01 2	0,50	2,50	0,0901	
Distancia de siembra*Ferti..	0,51 4	0,13	0,63	0,6399	
Error	12,46 62	0,20			
Total	14,84 72				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30901*Error: 0,2010 gl: 62*

Bloque	Medias	n	E.E.
Sombra	5,82	23	0,10 A
Medio	5,89	26	0,09 A
Sol	6,02	24	0,09 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30969***Error: 0,2010 gl: 62*

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.
0,4	5,84	24	0,09 A
0,3	5,90	27	0,09 A

0,5 6,00 22 0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30866

Error: 0,2010 gl: 62

<u>Fertilización</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
80%AO + 20%BB	5,75	25	0,09	A
100%AO	5,98	24	0,09	A
80%AO + 10%BB + BE	6,01	24	0,09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,72289

Error: 0,2010 gl: 62

<u>Distancia de siembra</u>	<u>Fertilización</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
0,4	80%AO + 20%BB	5,62	7	0,17	A
0,3	80%AO + 20%BB	5,78	9	0,15	A
0,3	100%AO	5,81	9	0,15	A
0,5	80%AO + 20%BB	5,84	9	0,15	A
0,4	80%AO + 10%BB + BE	5,89	8	0,16	A
0,4	100%AO	6,00	9	0,15	A
0,5	80%AO + 10%BB + BE	6,03	7	0,17	A
0,3	80%AO + 10%BB + BE	6,10	9	0,15	A
0,5	100%AO	6,14	6	0,18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 17. Análisis de la varianza correspondiente la variable longitud ecuatorial interna de la fruta (cm).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho Interno	73	0,12	0,00	10,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,89	10	0,39	0,86	0,5775
Bloque	0,24	2	0,12	0,26	0,7713
Distancia de siembra	0,89	2	0,45	0,98	0,3808
Fertilización	1,92	2	0,96	2,11	0,1293
Distancia de siembra*Ferti..	0,58	4	0,15	0,32	0,8627
Error	28,17	62	0,45		
Total	32,06	72			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46464

Error: 0,4544 gl: 62

Bloque	Medias	n	E.E.	
Sombra	6,17	23	0,14	A
Medio	6,26	26	0,13	A
Sol	6,31	24	0,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46567

Error: 0,4544 gl: 62

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.	
0,3	6,11	27	0,13	A

0,5	6,26	22	0,15	A
-----	------	----	------	---

0,4	6,38	24	0,14	A
-----	------	----	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46412

Error: 0,4544 gl: 62

Fertilización	Medias	n	E.E.	
80%AO + 20%BB	6,02	25	0,14	A
100%AO	6,32	24	0,14	A
80%AO + 10%BB + BE	6,40	24	0,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,08698

Error: 0,4544 gl: 62

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.	
0,3	80%AO + 20%BB	5,89	9	0,22	A
0,4	80%AO + 20%BB	6,06	7	0,26	A
0,5	80%AO + 20%BB	6,12	9	0,23	A
0,3	100%AO	6,13	9	0,22	A
0,5	100%AO	6,20	6	0,28	A
0,3	80%AO + 10%BB + BE	6,31	9	0,22	A
0,4	80%AO + 10%BB + BE	6,45	8	0,24	A
0,5	80%AO + 10%BB + BE	6,45	7	0,26	A
0,4	100%AO	6,62	9	0,22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 18. Análisis de la varianza correspondiente la variable dureza de la fruta.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dureza	73	0,05	0,00	14,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,28	10	0,03	0,34	0,9679
Bloque	0,04	2	0,02	0,23	0,7964
Distancia de siembra	0,11	2	0,05	0,64	0,5310
Fertilización	1,4E-03	2	7,2E-04	0,01	0,9913
Distancia de siembra*Ferti..	0,17	4	0,04	0,51	0,7320
Error	5,14	62	0,08		
Total	5,41	72			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19838

Error: 0,0828 gl: 62

Bloque	Medias	n	E.E.	
Sol	1,97	24	0,06	A
Medio	1,98	26	0,06	A
Sombra	2,02	23	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19838**

Error: 0,0828 gl: 62

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.	
0,4	1,94	24	0,06	A
0,3	1,99	27	0,06	A

0,5 2,04 22 0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19816

Error: 0,0828 gl: 62

Fertilización	Medias	n	E.E.	
80%AO + 20%BB	1,99	25	0,06	A
80%AO + 10%BB + BE	1,99	24	0,06	A
100%AO	2,00	24	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46410

Error: 0,0828 gl: 62

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.	
0,4	80%AO + 10%BB + BE	1,91	8	0,10	A
0,3	100%AO	1,93	9	0,10	A
0,4	100%AO	1,93	9	0,10	A
0,5	80%AO + 20%BB	1,96	9	0,10	A
0,4	80%AO + 20%BB	1,98	7	0,11	A
0,3	80%AO + 20%BB	2,02	9	0,10	A
0,3	80%AO + 10%BB + BE	2,02	9	0,10	A
0,5	80%AO + 10%BB + BE	2,04	7	0,11	A
0,5	100%AO	2,12	6	0,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 19. Análisis de la varianza correspondiente la variable grados brix de la fruta.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grados Brix	73	0,22	0,10	10,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32,69	10	3,27	1,77	0,0842
Bloque	1,62	2	0,81	0,44	0,6461
Distancia de siembra	6,09	2	3,04	1,65	0,1999
Fertilización	22,00	2	11,00	5,97	0,0042
Distancia de siembra*Ferti..	3,44	4	0,86	0,47	0,7595
Error	114,20	62	1,84		
Total	146,89	72			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,93550*Error: 1,8419 gl: 62*

Bloque	Medias	n	E.E.	
Medio	12,97	26	0,27	A
Sol	13,05	24	0,28	A
Sombra	13,33	23	0,29	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,93759***Error: 1,8419 gl: 62*

Distancia de siembra	Medias	n	E.E.	
0,3	12,76	27	0,26	A
0,5	13,13	22	0,30	A

0,4	13,45	24	0,28	A
-----	-------	----	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,93447

Error: 1,8419 gl: 62

Fertilización	Medias	n	E.E.	
80%AO + 10%BB + BE	12,60	24	0,28	A
100%AO	12,86	24	0,28	A
80%AO + 20%BB	13,88	25	0,27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,18852

Error: 1,8419 gl: 62

Distancia de siembra	Fertilización	Medias	n	E.E.	
0,3	80%AO + 10%BB + BE	12,22	9	0,45	A
0,5	80%AO + 10%BB + BE	12,65	7	0,52	A B
0,3	100%AO	12,73	9	0,45	A B
0,4	100%AO	12,82	9	0,45	A B
0,4	80%AO + 10%BB + BE	12,94	8	0,48	A B
0,5	100%AO	13,03	6	0,56	A B
0,3	80%AO + 20%BB	13,32	9	0,45	A B
0,5	80%AO + 20%BB	13,72	9	0,45	A B
0,4	80%AO + 20%BB	14,60	7	0,52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 20. Descripción del uso de las horas laborales de la investigación.

Labores realizadas	Horas empleadas
Limpieza de infraestructura y preparación del área de siembra	40
Siembra	20
Aplicaciones foliares	31,5
Aplicaciones por sistema y riego	42,5
Monitoreos	10
Aplicación abonos al suelo	7
Poda de la plantación	9
Colocación de los soportes de fruta y amarre	12
Cosecha	10
Deshierba	10
Total	192
Horas empleadas por m ²	0,55
Estimación horas empleadas/ha	5486

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 21. Estimación de ingresos para la producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L., tipo *Inodorus* cv. Honeydew) en ambiente semi-protégido.

Distancia de siembra	Fertilización	Rendimiento estimado TN/ha	Precio/kg	Ingresos estimados/ha
0,3	100%AO	14,8	\$ 1,29	\$ 19.092,00
0,3	80% AO + 20% BB	18,7	\$ 1,29	\$ 24.123,00
0,3	80% AO + 10% BB + BE	16,7	\$ 1,29	\$ 21.543,00
0,4	100%AO	17,5	\$ 1,29	\$ 22.575,00
0,4	80% AO + 20% BB	19,2	\$ 1,29	\$ 24.768,00
0,4	80% AO + 10% BB + BE	22,3	\$ 1,29	\$ 28.767,00
0,5	100%AO	11,2	\$ 1,29	\$ 14.448,00
0,5	80% AO + 20% BB	14,2	\$ 1,29	\$ 18.318,00
0,5	80% AO + 10% BB + BE	15,6	\$ 1,29	\$ 20.124,00

**Anexo 22. Estimación de costos para la producción orgánica de melón (*Cucumis melo* L., tipo Inodorus cv. Honeydew) en ambiente semi-
protegido.**

Distancia de siembra	Fertilización	AO	BB	BE	K-mag	Sulfato de magnesio	<i>Amblyseius swirskii</i>	Jabón potásico	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Foliveex	Pescagro	Aminoácidos	B.Develop	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Lecanicillium lecanii</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	Repelentes	Extractos de canela	Semilla	Mano de obra	Costo total estimado/ha
0,3	100%AO	975	0	0	70	3	780	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	3064	13108	\$ 19.743
0,3	80% AO + 10% BB + BE	775	894	0	70	3	24	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	2300	13108	\$ 18.918
0,3	80% AO + 20% BB	775	447	302	70	3	14	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	1840	13108	\$ 18.303
0,4	100%AO	975	0	0	70	3	91	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	3064	13108	\$ 19.054
0,4	80% AO + 10% BB + BE	775	894	0	70	3	24	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	2300	13108	\$ 18.918
0,4	80% AO + 20% BB	775	447	302	70	3	49	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	1840	13108	\$ 18.338
0,5	100%AO	975	0	0	70	3	24	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	3064	13108	\$ 18.987
0,5	80% AO + 10% BB + BE	775	894	0	70	3	124	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	2300	13108	\$ 19.017
0,5	80% AO + 20% BB	775	447	302	70	3	40	71	36	152	35	60	110	361	116	36	36	152	322	258	1840	13108	\$ 18.329