



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

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.

Por

GUILLERMO ANDRES SEBASTIAN ORELLANA ALVARADO

MEMORIA DE TITULO

Presentada a la
Universidad de Talca como parte
de los requisitos para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA-CHILE

2017

i



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

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.

MEMORIA DE TITULO

Guillermo Orellana Alvarado

TALCA-CHILE

2017

ii

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2019

ACTA DE APROBACIÓN

Profesor guía: Ing. Agr. Dr. Hernan Paillán.

Profesor informante: Ing. Agr. Ms. Carolina Vásquez

**AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
 DE MEMORIAS DE PREGRADO Y TESIS DE POSTGRADO**

Yo, Guillermo Orellana.....cédula de Identidad N° 17474137-9
 autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, **(SI o NO)** autorizo a la Universidad de Talca para
 publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la Ley N° 20.435 que modifica la Ley N° 17.336 sobre Propiedad
 Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

Título de la memoria o tesis:	uso complementario de una bacteria promotora del crecimiento vegetal en la producción y calidad de frutos de melón (<i>Cucumis melo</i> L VAR. CANTALUPENSIS Naud. tipo CHARENTAIS) en cultivo orgánico bajo invernadero
Unidad Académica:	ESCUELA DE AGRONOMÍA
Carrera o Programa:	AGRONOMÍA
Título y/o grado al que se opta:	INGENIERO AGRÓNOMO
Nota de calificación	5,6

Timbre Escuela

Firma de Alumno Guillermo Orellana

Rut: 17474137-9

Fecha: 25 / 01 / 2018

1. INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis:	2
Objetivo General:	2
Objetivos específicos:	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Antecedentes del cultivo.....	3
2.2 Características del cultivo	3
2.3 Requerimientos edafoclimáticos	3
2.4 Enfermedades y plagas.....	4
2.5 Material vegetal.....	10
2.6 Agricultura orgánica	4
2.7 Fertilización orgánica.....	4
2.7.1 Abonos verdes.....	5
2.7.2 Compost.....	5
2.7.3 Humus.....	6
2.7.4 Biofertilizantes.....	6
2.8 Bacterias promotoras del crecimiento vegetal	6
2.8.1 Kosakonia Radicincitans	7
2.9 Cultivo Forzado.....	7
2.9.1 Invernadero	8
2.9.2 Mangas de agua.....	8
2.8.3 Malla Textil Agrícola.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 Ubicación del ensayo	9
3.2 Antecedentes Edafoclimáticos.	9
3.3 Invernadero.....	10
3.3.1 Acolchado.....	10
3.3.2 Colectores solares pasivos de temperatura.....	10
3.4 Manejo de la fertilización del cultivo experimental.	11
3.4.1 Abonos verdes.....	11

3.4.2 Fertilizantes orgánicos.....	12
3.6.1 Tratamientos	13
3.7 Cultivo del melón	14
3.7.1 Preparación del suelo.....	14
3.7.2 Labores de cultivo del melón.....	14
3.7.3 Manejo sanitario	15
3.8 Evaluaciones	16
3.8.1 Rendimiento en peso y número de frutos totales, comerciales y descarte....	16
3.8.2 Calidad de la fruta	16
3.8.3 Determinar materia seca de la planta de melón.....	16
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	17
4.1 Efecto de la oferta de nitrógeno complementada con BPCV sobre el rendimiento.....	17
4.2 Evaluación de calidad de la fruta: presión y sólidos solubles.	20
4.3 Contenido de materia seca en el cultivo de melón.	22
4.3.1 Contenido de materia en el fruto según manejos experimentales.	22
4.3.2 Acumulación materia seca planta al final del cultivo.	23
5. CONCLUSION	25
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

Se realizó una investigación en la Estación Experimental “Panguilemo” de la universidad de Talca, en un cultivo de melón (*Cucumis melo*) cv. Lunabel, producido en invernadero bajo manejos orgánicos, entre los meses de septiembre del 2015 a enero del 2016. El objetivo, fue evaluar el efecto de la inoculación de una BPCV en el rendimiento en número de frutos y peso de fruto, junto con la calidad del fruto, medido en contenido de sólidos solubles y presión de su pulpa, además del contenido de materia seca de la fruta y la planta al final del cultivo.

El manejo de la fertilización fue basado en abono verde, compost, humus, guano rojo y sulfato de potasio y fue complementada con la bacteria promotora del crecimiento vegetal *Kosakonia radicincitans*. Con ello generaron cuatro tratamientos, dos con fertilización completa y dos con la fertilización reducida en un 30%, inoculando la BPCV.

El cultivo se estableció a una distancia de 0,8 m entre plantas en doble hilera en una mesa de 1 metro de ancho, la conducción de la planta fue a un eje y sus frutos fuer en tutorados con una malla.

Los resultados estadísticos obtenidos de las evaluaciones realizadas se analizaron con el programa estadístico Statgraphics Centurion X.V.II., a travez de un análisis de varianza multifactorial, y en caso de encontrarse diferencias estadísticas significativas se realizó la separación de medias con el test estadístico Dunckan (5%).

Los resultados obtenidos mostraron que, en número de frutos, no existió diferencia estadística, destaca el tratamiento 2 con mayor número de frutos por planta, y mayor número de frutos/ha, tanto totales, como comerciales. A su vez en el peso por hectárea también es el tratamiento 2 que mayor tonelaje total y comercial alcanzó, sin lograr diferenciarse estadísticamente.

Las evaluaciones de calidad, contenido de sólido soluble se obtuvo valores de 10,4 a 13,6 °brix, mientras que para la presión de su pulpa se registraron valores de 3,3 a 8,8 lb/plg² arrojando diferencias estadísticas para tres de las cuatro fechas de medición.

ABSTRAC

An investigation was carried out at the "Panguilemo" Experimental Station of the University of Talca, in a melon (*Cucumis melo*) cv. Lunabel, produced in greenhouse under organic management, between the months of September 2015 and January 2016. The objective was to evaluate the effect of the inoculation of a BPCV on the yield in number of fruits and weight of the fruit, together with the quality of the fruit, measured in content of soluble solids and pressure of its pulp, in addition to the content of the dry matter of the fruit and the plant at the end of the crop.

Fertilization management was based on green manure, compost, humus, red guano and potassium sulfate and was supplemented with the plant growth promoter bacterium *Kosakonia radicincitans*. With this, they generated four treatments, two with complete fertilization and two with fertilization reduced by 30%, inoculating the BPCV.

The crop was established at a distance of 0.8 m between plants in double row on a table 1 meter wide, the plant conduction was to an axis and its fruits were in tutors with a mesh.

The statistical results obtained from the evaluations were carried out with the statistical program Statgraphics Centurion XVII., A trip of analysis of variance multifactorial, and in the case that the statistical difference was said with the Duncan statistical test (5%).

The results obtained showed that, in number of fruits, there is no statistical difference, treatment 2 stands out with the highest number of fruits per plant, and the highest number of fruits / ha, both total and commercial. In turn, the weight per hectare is also the treatment 2 that achieved the highest total and commercial tonnage, without being able to differentiate statistically.

The evaluations of quality, content of soluble solids were obtained values of 10.4 to 13.6 ° brix, while for the pulp pressure values of 3.3 to 8.8 lb / plg2 were registered giving statistical differences for three of the four measurement dates.

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de satisfacer la demanda de alimentos para una población creciente es un problema a nivel global. Un importante grupo de productos demandados son los productos hortícolas, la mayoría de consumo diario, llegando Chile a tener un consumo per cápita de 69 kg/año (Giaconi y Escaff, 2004), el que se considera bajo, según la O.M.S, que recomienda un consumo diario de 400 gr de frutas y hortalizas diarios.

El rubro hortícola a nivel nacional tiene una superficie de 67.300 hectáreas, siendo las principales; Región Metropolitana 32%, Región del Maule 15% y Región de O'Higgins 15%, (ODEPA, 2015). La producción hortícola se basa principalmente en superficies inferiores a las 5 hectáreas, lo que deja en evidencia que en su mayoría son pequeños productores. (Censo Agropecuario, 2007).

En tanto, la superficie dedicada al cultivo del melón al 2014 fue de 3.187,1 hectáreas. La distribución regional al 2013 según Odepa deja a la Región de O'Higgins con la mayor superficie dedicada al cultivo, con 1.499,6 hectáreas, seguida por la Región Metropolitana con 739,1 hectáreas y en tercer lugar la Región del Maule con 525,9 hectáreas.

La condición del suelo donde se desarrollará el cultivo y la vida que pueda albergar es un factor determinante en la productividad, como la presencia de microorganismos que benefician el desarrollo de las plantas, un ejemplo son las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV). Se han descrito que los efectos positivos de estas bacterias se deben, entre otras cosas, a la habilidad de sintetizar fitohormonas, junto con su capacidad de fijar nitrógeno molecular desde la atmósfera (Ruppel et al, 2006).

Entonces, ¿puede el empleo de una bacteria promotora del crecimiento vegetal ser un aporte al desarrollo del cultivo del melón?

Hipótesis:

El empleo de la bacteria promotora del crecimiento vegetal; *Kosakonia radicincitans* (Brady *et. al*, 2013), disminuiría la oferta de fertilización nitrogenada orgánica empleada al cultivar Melón.

Objetivo General:

Cuantificar el efecto complementario del empleo de *Kosakonia radicincitans* en producción y calidad de frutos de melón, en cultivo orgánico de melon (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud. tipo Charente) bajo invernadero.

Objetivos específicos:

- Medir el rendimiento del cultivo, caracterizando su producción total, comercial y descarte.
- Evaluar en frutos comerciales, en su contenido de sólidos solubles, presión y materia seca.
- Determinar el reparto de materia seca en distintos órganos de la planta.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes del cultivo

No existe concordancia referente al origen del melón, sin embargo, se presume originario de Asia meridional e india (Maroto, 2002), otras investigaciones sitúan su origen en la costa este del África tropical y al sur del desierto del Sahara (Tahir y Taha, 2004), considerando a oriente medio y la India centros de diversificación de la especie. Posteriormente es introducido en América por los conquistadores españoles a principios del siglo XVI (Galeano, 1982).

2.2 Características del cultivo

Es un cultivo herbáceo, perenne y su óptimo de producción es en climas secos y calurosos, es una planta rastrera de abundantes raíces, sus tallos son herbáceos y presentan vellosidades al igual que las hojas (Reche, 2008).

Presenta flores monoicas; masculinas y femeninas en el mismo tallo, también presenta flores andromonoicas; en la que se encuentran masculinas y hermafroditas y finalmente ginomonoicas; flores femeninas y hermafroditas (Zapata *et al.* 1989). Por su parte, el fruto corresponde a una pepónide, externamente pueden ser lisos, corrugados o suturados, con tonalidades tan diversas como: blanco, amarillo, naranja hasta verde oscuro. Internamente, la parte comestible corresponde al mesocarpio y parte del endocarpio, también presenta colores variados entre blanco, verde y anaranjado. (Gebhart y Matthews, 1988).

Esta especie posee un gran polimorfismo, es por eso que Naudin en 1859 los clasifico en nueve variedades botánicas.

2.3 Requerimientos edafoclimáticos

El melón siendo una planta originaria de climas cálidos, se ve afectada fácilmente por bajas temperaturas, en cualquiera de sus estados de desarrollo, suele mantener una tendencia donde los frutos presentan un mejor desarrollo cuando las temperaturas son más elevadas al momento que se aproxima la madurez fisiológica (Reche, 2008). La principal condición climática que se debe tener en consideración al momento de establecer el cultivo, es la temperatura, la cual debe ser de 12°C, temperaturas por debajo de este umbral para su crecimiento. Su correcta germinación se desarrolla cuando la temperatura fluctúa entre 24°C y 32°C (Reche, 2008). Estudios demuestran que la etapa de floración comienza cuando las temperaturas van de 20°C

a 23°C, y para que la labor de la polinización sea exitosa deben existir temperaturas de 18°C a 20°C (Maroto, 2002).

En cuanto a requerimientos de suelo, presenta mejor resultado cuando los suelos son profundos, bien aireados, con buen porcentaje de materia orgánica y buen drenaje. Se adapta bien en suelos de pH neutro a ligeramente ácidos, en torno a los 6 y 7.

2.4 Enfermedades y plagas.

A nivel nacional, encontramos principalmente enfermedades asociadas a virosis como virus del mosaico de la sandía, también fungosas como Oídio (*Sphaerotheca fuliginea*), Fusarium y Phytophthora (Escaff, 2001). En tanto, entre las plagas que comúnmente afectan al cultivo se encuentran, pulgones (*Aphis gossypii*), gusanos cortadores (*Feltia* sp. y *Agrotis* sp.), y nematodos (Bruna, 1998).

2.5 Agricultura orgánica

La F.A.O define a la agricultura orgánica, como un sistema de producción en donde se utiliza al máximo los recursos del predio, con énfasis en la fertilidad del suelo y la actividad biológica, junto con minimizar el uso de recursos no renovables y no utilizar agroquímicos para proteger el medio ambiente y la salud humana.

Por su parte Benzing (2001), postula que es una propuesta ambiciosa, ya que busca lograr un amplio nivel de productividad con un mínimo impacto ambiental y de insumos externos, aprovechando en un máximo los mecanismos de productividad biológica.

A nivel nacional, esta forma de producción está regulada por la ley 20.089, que en el año 2006 creó la norma técnica chilena de producción orgánica. Definiéndola como “un sistema integral de producción silvoagropecuaria basada en prácticas de manejo ecológico, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida en base a la conservación y la recuperación de los recursos naturales”.

2.6 Fertilización orgánica.

Los nutrientes, aparte de estar presentes en el suelo, deben estar de forma que sean asimilables por los cultivos, en una mirada más holística del manejo de la fertilidad, está, se ve fuertemente influenciada por la capacidad del suelo de retener y entregar agua, junto con, el espacio físico para el crecimiento de la raíz y la ausencia de procesos que destruyan lo que haya logrado crecer. En consecuencia, el manejo de la fertilidad debe considerar aspectos tanto biológicos, físicos como químicos (SAG, 2013).

A su vez Benzing, describe que el manejo de la fertilización en un sistema de producción orgánica, tiene como fin la mantención de las propiedades de los suelos, con manejos sustentables e ino cuos con el medio ambiente, buscando alimentar la micro flora y aumentar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

2.6.1 Abonos verdes.

Los abonos verdes son cultivos de diferentes familias como leguminosas, gramíneas o crucíferas, cuya biomasa se incorpora en verde al suelo, corresponde a un cultivo de cobertura, transitorio cuya finalidad es incorporar y reciclar nutrientes al sistema agroecológico, además de capturar carbono y aportar materia orgánica al suelo (Benzing, 2001). También contribuyen acortar ciclos de plagas y enfermedades, así como al control de malezas. Estas plantas se incorporan al suelo durante el período de floración, con el objetivo de realizar una mejora agronómica (García y Martínez, 2009).

Cuando se utiliza leguminosas como haba o vicia, como abono verde, se busca que aporten nitrógeno al suelo para los siguientes cultivos, dado que estas plantas tienen la capacidad de fijar este elemento desde el aire, gracias a su asociación simbiótica con bacterias denominadas rizobios, estas forman habitualmente nódulos en la raíz de la leguminosa, y es donde se lleva a cabo la fijación del nitrógeno molecular (Guzmán y Alosa, 2003)

2.6.2 Compost

El compost es el resultado de una oxidación biológica de materia orgánica que ocurre bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. En el proceso de compostaje los microorganismos que participan de este, utilizan el carbono y nitrógeno que están presentes en los residuos orgánicos, liberando energía por su actividad metabólica y producto de reacciones bioquímicas, se obtiene CO₂, agua, y sales minerales (Benzing, 2001). El compost tiene un alto valor agronómico, se emplea como enmienda orgánica en el suelo, buscando mejorar su estructura, como su fertilidad (Avendaño, 2003).

Según las normas técnicas de la ley 20.089, el compost se define como un producto resultante de la fermentación aeróbica de una mezcla de materias orgánicas, en condiciones específicas de humedad y temperatura, cuyo producto es inocuo y libre de efectos fitotóxicos y no se reconoce sus materiales de origen.

2.6.3 Humus

Es el resultado de la digestión de sustancias orgánicas en descomposición como también del micelio de ciertos hongos que crecen en el detrito, por parte de lombrices de tierra como *Eisenia foetida*, *Dendrobaena veneta*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* y *Pheretima hawaiiiana* (Morgan, 1988).

2.6.4 Biofertilizantes

Los biofertilizantes se definen como preparados que contienen células vivas o células latentes de cepas de microorganismos eficientes que ayudan a la absorción de nutrientes las plantas de cultivo por sus interacciones con la planta y el medio, cuando son aplicados en el cultivo. Tienen la capacidad de acelerar ciertos procesos microbianos en el suelo que aumentan el grado de disponibilidad de nutrientes en una forma fácilmente asimilable por las plantas (Tamil Nadu Agricultural University, 2014).

2.7 Bacterias promotoras del crecimiento vegetal

En el ambiente existen diversos microorganismos, muchos de estos interactúan con las plantas, esta interacción, puede ser neutral, perjudicial o benéfica para la planta. Las bacterias y hongos capaces de interactuar positivamente sobre el crecimiento de cualquier especie vegetal son denominadas microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV), caracterizándose por tener relación mutualista con su hospedero (Taule 2011 y Kumar 2016).

En 1978, Kloepper y Schrot, acuñaron el término plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), cual hace referencia a bacterias que, inoculadas a la planta o al suelo, son capaces de colonizar la raíz, promoviendo el crecimiento mediante el incremento de la absorción y disponibilidad de nutrientes.

Según Bashan y de-Bashan, (2005) Plant growth-promoting bacteria (PGPB) son definidas como bacterias de vida libre en el suelo, rizósfera, rizoplano filósfera y endofítica, que bajo algunas condiciones son benéficas para las plantas.

Según Montiel y Escalona (2003) para que una bacteria sea considerada como promotora el crecimiento vegetal, debe cumplir con ciertas características como, elevada densidad poblacional en la planta, capacidad de colonización efectiva de la raíz con influencia positiva en el crecimiento del vegetal, capacidad de controlar de en forma natural y eficiente a otros microorganismos del suelo perjudiciales para el cultivo y finalmente, que sean inocuas en el hombre.

La diversidad de BPCV, varía según el tipo de planta, suelo y el tipo de nutrientes disponibles, siendo identificados géneros como, *Aeromonas*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Arthobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Gluconacetobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* y *Serratia* (Glick 1995). (Podile y Kishore, 2006).

La familia de bacterias *Enterobacteriaceae* se caracteriza por presentar varios géneros descritos como BPCV como *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pantoea* (Mehnaz, 2016), *Lelliottia*, *Pluralibacter*, y *Kosakonia* (Chen *et al.*, 2011). Dentro de éstas, el género *Kosakonia* destaca por su variado efecto promotor del crecimiento vegetal, tanto de forma directa como indirecta (Glick, 2012). La acción promotora depende de factores como las condiciones climáticas, características del suelo y la presencia de microorganismos existentes (Jha *et al.*, 2011).

2.7.1 *Kosakonia Radicincitans*

Corresponde a una BPCV que fue aislada en la filosfera de trigo de invierno (*Triticum aestivum*) (Kämpfer *et al.* 2005), capaz de incrementar el crecimiento y el rendimiento de diferentes cultivos agrícolas como *Brassica oleracea* (Ruppel *et al.* 2006), *Solanum lycopersicum* (Berger *et al.* 2013) *Raphanus sativus* (Berger *et al.* 2015).

K. Radicincitans (Brady *et al.* 2013), antes denominada *Enterobacter radicincitans*, presenta células en forma de barra, de 0,8 a 1,2 mm de longitud y 1,0 a 1,6 mm de ancho, es Gram negativa y son móviles en naturaleza. Las colonias creciendo en agar nutritivo son de color beige, de 2 a 3 mm de diámetro, de aspecto mucoso. Las temperaturas de crecimiento óptimas, es de aproximadamente 30°C, no se produce crecimiento por debajo de los 10°C ni por encima de los 45°C (Jha *et al.* 2011).

Investigaciones, muestran tres grandes mecanismos de acción en las cuales *Kosakonia radicincitans* actúa: (i) Fijando o dejando disponibles elementos nutricionales a través de su capacidad de fijar N₂, junto con solubilizar calcio y fósforo de poca disponibilidad. (ii) produciendo fitohormonas, tales como auxinas y citoquininas. (iii) inhibe el crecimiento de hongos fitopatógenos (Ruppel *et al.* 2006).

2.8 Cultivo Forzado.

El cultivo forzado, también denominada agricultura protegida, es aquella que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas cultivadas. Así, mediante el empleo de diversas estructuras y técnicas se reducen al mínimo algunas de las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales (Huerta, 2012).

2.8.1 Invernadero

Una de las estructuras de cultivo forzado es el invernadero, que corresponde a una construcción que consta de una estructura de soporte y una cubierta. La cubierta tiene la propiedad, en distinto grado de acuerdo al tipo de material, e dejar pasar a través de ella una parte de la radiación incidente. Las radiaciones caloríficas, cuya longitud de onda va de los 760 a 2000 nm, son las que son parcialmente atrapadas en el interior, lo que es conocido como el efecto invernadero, el cual permite almacenar la energía térmica recibida durante el día, manteniendo encerrado un volumen de aire que demora en enfriarse durante el periodo nocturno donde la energía se pierde (Aljaro, 1993).

2.8.2 Calefacción pasiva.

La manga con agua es un sistema de calefacción pasivo del invernadero, consta de rollos de polietileno transparente que se disponen a lo largo de la mesa de cultivo, estos son rellenos de agua con cloro a fin de evitar la proliferación de algas. Cumplen la función de ayudar a atrapar calor durante el día y liberarlo en forma paulatina en las noches, según estudios llevados a cabo por Ifapa los incrementos en las temperaturas del ambiente va desde los 0,5 a 2,2 °C sobre las temperaturas mínimas nocturnas (Ifapa, 2015).

2.8.3 Malla Textil Agrícola.

Material de cobertura temporal del cultivo, elaborado a partir de fibras de poliestireno o polipropileno prensado, no tejido, que se caracterizan por ser elásticos y muy ligeros, un metro cuadrado de este material pesa 17 g. Dada esta característica es posible ponerlos sobre el cultivo sin estructura de sostén, con esta cobertura se busca elevar la temperatura de 0,5 a 1 °C y aumentar y mantener la humedad relativa entre un 10 a 20 % respecto del exterior (Tesi, 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en la región del Maule, en invernaderos destinados a la producción orgánica de la Estación Experimental Panguilemo, que pertenece a la Universidad de Talca, geográficamente ubicada en los paralelos 35° 22' 14,62" latitud Sur, y 71° 35' 45,52" latitud Oeste.



Figura 1: ubicación de los invernaderos en E/E Panguilemo.

3.2 Antecedentes Edafoclimáticos.

El suelo pertenece a la serie Talca, TAL -D2, este se originó a partir de sedimentos aluviales y fluvioglaciares, con una posición de terraza moderadamente profunda, la textura del suelo es franca arcillosa de un color pardo rojizo oscuro. Suelo de topografía plana con buen drenaje, una permeabilidad moderadamente lenta y un escurrimiento superficial lento. El pH es neutro, variando de 6 y 6,5 según la profundidad, el nivel freático se encuentra después de 1,20 m de profundidad (Ciren-Corfo 1983).

En la zona donde se desarrolla el cultivo posee un clima mediterráneo, normalmente con seis meses con presencia de precipitaciones, de abril a septiembre, y seis meses con ausencia

de lluvias que corresponde al periodo de octubre a marzo. (Araya, 2006). A su vez (González, 1984) describe el verano como seco, con temperaturas medias del orden de los 22 °C, siendo enero el mes más cálido con temperaturas que superan los 30°C, en tanto en el invierno los meses más fríos corresponden a junio y julio, registrando lluvias que alcanzan los 600 a 700 mm en un año normal.

3.3 Invernadero

El ensayo se realizó bajo condición de cultivo forzado, en invernadero. Es un módulo compuesto por dos invernaderos de madera con techos asimétricos, cuyas dimensiones son 30 m de largo, 14 m de ancho y 3,9 m en su parte más alta, con una superficie cubierta de 420 m² y un volumen total de 1.230 m³.

Durante los meses de invierno y comienzos de la primavera, en el invernadero se empleó un doble techo, que corresponde a una capa de polietileno que recubre la parte interior del techo del invernadero, su función es ayudar a retener el calor dentro. Estuvo puesto en el invernadero hasta el 11 de noviembre de 2015.

3.3.1 Acolchado

Para cubrir la cama de cultivo se utilizó mulch plástico de color naranja, cuyas medidas son 1,40 m de ancho y de 0,03 mm de espesor. Con su utilización se busca incrementar la temperatura del suelo, lograr precocidad en el cultivo y con ello incrementar la producción, además de mejorar el aprovechamiento del agua de riego, junto con realizar control parcial de malezas (Maroto, 2008)

3.3.2 Colectores solares pasivos de temperatura.

Durante las primeras etapas del cultivo se dispuso en el centro de las mesas de cultivo mangas de plástico, las que fueron rellenas con agua con cloro al 3%, este sistema de calefacción pasivo estuvo presente en el cultivo hasta el día 9 de noviembre de 2015.

3.4 Material vegetal

Como material vegetal se utilizó semillas del híbrido de melón (*Cucumis melo L.*) var. *cantalupensis* tipo Charente. cv Lunabel® (HILD seed company). Este cultivar se origina en la región francesa de Poitou-Charentes a principios del siglo XX (Goldman, 2002) se caracteriza por la forma esférica de sus frutos, con costados ligeramente acostillados, su piel es lisa de tonalidades verde grisácea, en tanto, la pulpa color naranja es dulce, jugosa y muy aromática.

3.5 Manejo de la fertilización del cultivo experimental.

3.5.1 Abonos verdes.

El 23 de febrero 2015, se sembró como abono verde una mezcla de haba y lupino, en las mesas destinadas al cultivo, cuando esta alcanzó su máximo desarrollo vegetativo, se segó e incorporó al suelo, para su descomposición permaneciendo hasta la preparación para el establecimiento del cultivo, con de 5.000 kg/ha de materia seca (24 de abril de 2015), se cortó dejándose sobre el terreno hasta la preparación de suelo. El contenido de la biomasa incorporada al sistema, se detalla a continuación.

Cuadro 1: Contenido nutricional (%) y (ppm) de la mezcla de abono verde haba - lupino al momento de incorporación.

Mesas de cultivo	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Mesa 7	3,83	0,42	2,42	0,61	0,35	947	38	9
Mesa 8	3,63	0,43	2,91	2,91	0,34	1007	35	5

Fuente: Análisis Centro Tecnológico de Suelo y cultivos (CTSyC).

Cuadro 2: Aporte mineralógico al cultivo en (kg/ha) de fertilizantes orgánicos empleados de la mezcla de abono verde haba - lupino al momento de incorporación.

Mesas de cultivo	N (kg/ha)	P (kg/ha)	k (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Mn (gr/ha)	Zn (gr/ha)	Cu (gr/ha)
Mesa 7	191,5	21	121	30,5	17,5	47,35	1,90	0,45
Mesa 8	181,5	21,5	145,5	145,5	17	50,35	1,75	0,25
Promedio	186,5	21,25	133,25	88	17,25	48,85	1,83	0,35

Fuente: Análisis Centro Tecnológico de Suelo y cultivos (CTSyC).

3.5.2 Fertilizantes orgánicos.

La fertilización del cultivo se realizó en base a compost, humus, guano rojo y sulfato de potasio, y conto con dos regímenes de fertilización, uno completo (100%) y otro reducido (70%) las cantidades empleadas se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 3: Cantidad (Kg/ha) de fertilizantes orgánicos empleados en el cultivo.

Fertilizante	100%	70%
Guano rojo	600	420
Compost	12.000	8400
Humus	1500	1050
Sulfato de Potasio	600	420
Abono verde	5000	5000

Fuente: Elaboración propia.

Se analizaron las muestras para determinar su contenido mineralógico, y de esta forma calcular el aporte nutricional, como se muestran los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4 Composición mineralógica de fertilizantes orgánicos empleados.

Identificación	N (%)	P (%)	K (%)	M.O (%)	pH	CE (ds/m)
Guano rojo	0,92	4,4	0,54	5,74	7,71	13,29
Compost	1,87	0,74	0,59	37,35	7,76	499
Humus	1,09	0,54	0,52	25,77	7,8	3,6

Fuente: Análisis Centro Tecnológico de Suelo y cultivos (CTSyC).

Cuadro 5: Fertilización orgánica total aplicada al cultivo en (Kg/ha) de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica de fertilizantes orgánicos empleados.

	100%				70%			
	N (kg/ha)	P (kg/ha)	k (kg/ha)	M.O (kg/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	k (kg/ha)	M.O (kg/ha)
Guano Rojo	5,5	26,4	3,2	34,4	3,9	18,5	2,3	24,1
Compost	224,4	88,8	70,8	4482	157,1	62,2	49,6	3137,4
Humus	16,4	8,1	7,8	386,6	11,4	5,7	5,5	270,6
total	246,3	123,3	81,8	4903	172,4	86,3	57,3	3432,1

Fuente: Elaboración propia.

Considerando porcentajes de mineralización de un 30% para el compost y de 90% para abono verde, guano rojo y humus (anexo 4), se obtiene que el aporte total de nitrógeno en la fertilización completa es de 255 Kg/ha y de 178 kg/ha para la reducida.

3.6 Diseño experimental

3.6.1 Tratamientos

El estudio consta de cuatro tratamientos para evaluar la efectividad de la bacteria promotora del crecimiento vegetal (BPCV), correspondiendo a:

- **T1** 100% Fertilización nitrogenada sin inoculación de bacteria.
- **T2** 100% fertilización nitrogenada con inoculación de bacteria.
- **T3** 70% Fertilización nitrogenada sin inoculación de bacteria.
- **T4** 70% Fertilización nitrogenada con inoculación de bacteria.

El diseño Experimental es de bloques al azar, que consta de cuatro bloques, distribuido entre las mesas 7 y 8 en el invernadero, donde se distribuyen cuatro tratamientos que poseen 8 plantas de melón cada una.

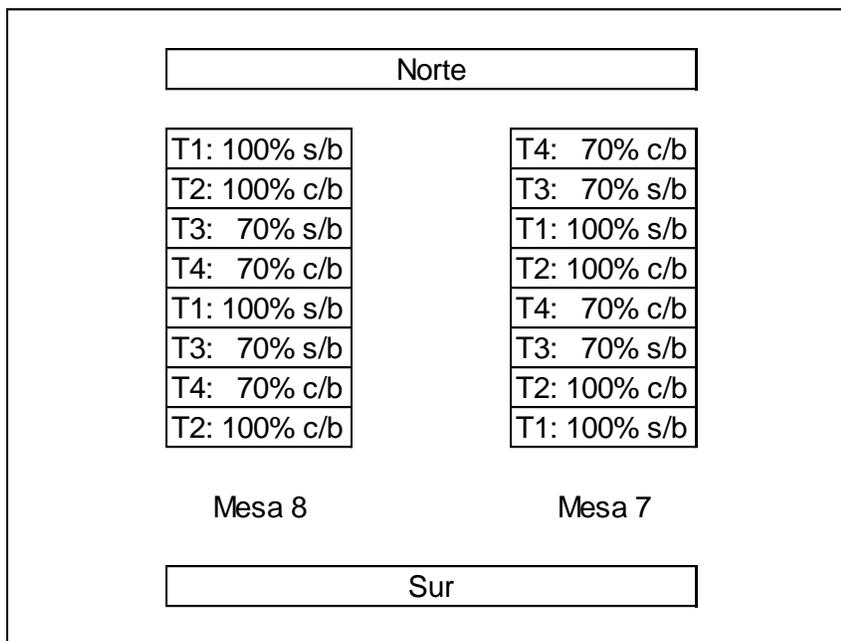


Figura 2 Distribución de los tratamientos en terreno. s/b: sin bacteria, c/b: con bacteria.

3.6.2 Análisis estadístico

El ensayo fue evaluado estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANDEVA), y de haber diferencias, la separación de medias se realizó a través del test de Duncan con un nivel de significancia del 5%.

3.7 Cultivo del melón

3.7.1 Preparación del suelo.

El laboreo del suelo comenzó en verano, con el objetivo acondicionar el suelo para el establecimiento del abono verde, para tal fin, se sembró el día 23 de febrero de 2015, una mezcla de Haba y lupino en una dosis de 250 kg/ha de cada uno. Posteriormente, este cultivo se incorporó en el terreno el día 14 de abril de 2015.

Previo al establecimiento de las plantas de melón, se trabajó con pala y rastrillo para formar las mesas de cultivo, de 1 m de ancho por 28 m, quedando separadas a 0,6 m

Una vez formadas se dispusieron las cintas de riego a lo largo terreno, un par por cada mesa de cultivo. Concluida esta labor, se pasó a cubrir toda el área destinada al cultivo con el mulch naranja de 0.05 mm de espesor por 1.40 de ancho, continuando con la perforación de este, los agujeros se hicieron acorde el marco de plantación, es decir a 0,8 m siguiendo un patrón de tresbolillo.

3.7.2 Labores de cultivo del melón.

Las semillas del melón son de la variedad Chanterais, cultivar Lunabel y para su germinación se contrataron los servicios de Serviplant LTDA. El speedlink con las plántulas de melón se retiró de Serviplant a finales del mes de julio de 2015, cuando estas tenían ambos cotiledones desplegados y la primera hoja verdadera estaba aún en desarrollo, se mantuvieron en el laboratorio de hortalizas. Después, el día 17 de agosto de 2015, cuando ya se encontraba desarrollada una hoja verdadera fueron trasladadas al invernadero en la E/E Panguilemo, donde las plántulas fueron cubiertas con malla textil agrícola, permaneciendo cubiertas hasta el día de la plantación.

La plantación se realizó el día 3 de septiembre de 2015 cuando las plántulas presentaban una a dos hojas verdaderas, el marco de plantación definido fue de 0,8 m en sobre hilera por 0,6 m entre hilera. En tanto la inoculación de las plantas con la bacteria, *Kosakonia radicincitans*, se realizó una vez establecido el cultivo, en una concentración de 10^8 células/ml de acuerdo a los tratamientos propuestos.

El día 7 octubre de 2015, se despunto la guía primaria a las plantas, para así permitir el desarrollo a sus guías secundarias, en una primera instancia fueron dejadas dos guías secundarias para evaluar su desarrollo, posteriormente dejó solo una, escogiendo la más vigorosa.

Cuando las guías secundarias tenían alrededor de 40 cm de largo fueron conducidas, para tal efecto, se utilizó una pita de nylon de 2,50 m de largo, primero se ató al cuello de la planta con un nudo holgado y luego se realizó un nudo corredizo en los alambres que están sobre las mesas de cultivo. Posteriormente la guía se enrolló cuidadosamente en sentido horario, quedando de esta manera erectas.

El día 6 de noviembre de 2015, se realizó la poda de todas las guías terciarias que tenían las plantas hasta el nudo 10, para que las primeras flores cuajen desde el siguiente nudo en adelante.

El 11 de noviembre de 2015 se arrancó una planta por tratamiento, de estas se extrajeron la raíz y una muestra de hoja, a fin de determinar la colonización por parte *K. radicincitans*.

A medida que la planta crecía, también lo hacían sus guías terciarias, por lo que el día 19 de noviembre de 2015, se debió podarlas, dejando solo un fruto por guía, para asegurar su desarrollo y evitar su abscisión. Más tarde el 27 de noviembre de 2015 se procedió a podar guía por medio, partiendo desde el primer fruto cuajado, con esta labor se busca asegurar el desarrollo del fruto y evitar competencia entre los mismos.

La polinización del cultivo se realizó de manera natural, gracias al trabajo de abejas del sector que visitaban el cultivo.

A medida que los frutos crecían en tamaño y peso, fue necesario entutorarlos, para ello se metieron en una malla de plástico, la que fue amarrada a los alambres del invernadero, los frutos permanecieron colgando en esta manera hasta el día de su cosecha, la que comenzó el día 9 de enero de 2016. El índice de cosecha empleado, fue cambio de coloración del melón de verde a verde-grisáceo, junto con el seguimiento del contenido de sólidos solubles.

3.7.3 Manejo sanitario

A modo de control curativo para pulgones (*Aphis gossypii*), se ocupó Oikoneem, que es un insecticida cuyo ingrediente activo es el Aceite de Neem (*Azadirachta indicdea*) en una dosis de 2 cc por litro de agua, aplicándose con bomba de espalda.

3.8 Evaluaciones

3.8.1 Rendimiento en peso y número de frutos totales, comerciales y descarte.

Al momento de realizar la cosecha, los frutos fueron rotulados en el invernadero con el tratamiento y repetición a la que correspondían. Para realizar la selección se utilizó el peso y condición general del fruto. Los frutos con un peso inferior a 600 gr fueron considerados como de descarte, así mismo, aquellos que se encontraban con daño físico, como partiduras. Se registró en planilla la cantidad y peso de cada uno por tratamiento y repetición a la que pertenecían.

3.8.2 Calidad de la fruta

Para caracterizar la calidad del melón se utilizaron dos criterios, firmeza del fruto (lb/plg²) y su contenido de sólidos solubles (°brix), para el primero se utilizó un penetrómetro manual el que poseía un vástago que se introducía en el mesocarpio, registrando la fuerza necesaria para lograr la penetración, por fruto se tomaron dos medidas de presión de la parte central y en lados opuestos. En tanto para determinar el contenido de sólidos solubles se empleó un refractómetro manual, para ello se partieron a la mitad los frutos a medir, removiéndole el endocarpio, a continuación, se tomó una muestra de jugo desde la pulpa y se depositó en el lente del instrumento, que indicó los grados °brix que poseía cada muestra.

3.8.3 Determinar materia seca de la planta de melón.

Al final del periodo de cultivo se recolectaron dos plantas completas por repetición, luego en el laboratorio de hortalizas se diseccionó en raíz, tallo y hoja, registrándose el peso en fresco de cada parte. Posteriormente, las muestras debidamente rotuladas, fueron puestas en bolsas de papel para ser introducidas en un horno de aire forzado a 70°C, para lograr su deshidratación, hasta que estas alcanzaron un peso constante, el cual es registrado como peso seco.

3.8.4 Determinación de materia seca del fruto

A los frutos se les removió el endocarpio, luego se separó cuidadosamente la pulpa de su cáscara, estas fueron trozadas y depositadas en recipientes plásticos, registrando su peso en fresco. Luego se procedió al proceso de secado, para tal efecto, todas las muestras fueron introducidas en un horno de aire forzado a 70°C, hasta alcanzar un peso en seco constante.

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.

4.1 Efecto de la oferta de nitrógeno complementada con BPCV sobre el rendimiento.

4.1.1 Número de frutos

En ambos regímenes de fertilización, en los tratamientos en que fue inoculada Kosakonia (T1 y T4) se observó un incremento en el número de frutos por planta, respecto a los tratamientos sin aplicación (T2 y T3), pero sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. Lo mismo sucedió con los frutos totales por hectárea, en los tratamientos con la fertilización completa (T1 y T2), el número de frutos totales fue de 59.196 y 67.534 respectivamente, mientras que para los tratamientos con fertilización nitrogenada reducida al 70% (T3 y T4) fue de 55.861 y 57.529, se observa un incremento en el número de frutos por hectárea, pero sin lograr diferenciarse estadísticamente.

Cuadro 6: Rendimiento en frutos por planta y por ha, total comercial y descarte de melón cultivar Lunabel, en Invernadero con manejo orgánico de acuerdo al uso de BPCV.

Tratamiento	Frutos/planta	Frutos Totales/ha		Frutos Comercial /ha		Frutos Descarte /ha
		unidades	(%)	unidades	(%)	unidades
T1: 100 N S/b	4,5	59.196	100	50.859	100	8.338
T2: 100 N C/b	5,1	67.534	14,0	63.365	24,6	4.169
T3: 70 N S/b	4,1	55.861	5,6	53.360	4,9	2.501
T4: 70 N C/b	4,3	57.529	2,8	56.695	11,5	834
Significancia	n.s.	n.s.	n.a.	n.s.	n.a.	n.s.

n.s. no significativo. n.a: no aplica. s/b: sin bacteria. c/b. %: porcentaje respecto al 100 N s/b

Dentro de este ensayo destaca el tratamiento 2, con la fertilización base completa más la inoculación de Kosakonia, el que logró un rendimiento un 14% superior a T1. Por otra parte, los tratamientos con fertilización reducida, ambos presentaron rendimientos por debajo de T1, sin embargo, T4 mostró una menor caída del rendimiento que T3, con un 2,8% menos, mientras

que el tratamiento 3 registró un 5,6% menos de producción de frutos totales por hectárea. Ahora, considerando los frutos comerciales por hectárea, los tratamientos con presencia de bacteria T2 y T4 obtuvieron un 24,6% y 11,5% más de producción respectivamente. El comportamiento de los tratamientos 2 y 4 puede ser atribuido a la acción de *K. radicincitans*, puesto que hay pruebas de su presencia en raíces y hojas (anexo 5), siendo mayor su número relativo en las hojas del tratamiento 4, que es el que presenta reducción en la oferta de fertilizante.

Estos resultados, en el número de frutos totales por hectárea, fueron menores a los obtenidos por (Catlfee *et al* 2009) y (Meca *et al* 2004) quienes obtuvieron rendimientos de 70.000 y 72.000 frutos por hectárea respectivamente, si bien fueron cultivos de la misma variedad, cultivados en invernadero y conducidos, el manejo de la nutrición fue convencional.

En tanto, el número de frutos por hectárea obtenido por este ensayo fue mayor al promedio nacional, que, según Odepa (2014) es de 20.000 frutos/ha, y también, fue mayor que el promedio de región de O'Higgins, que es de 40.00 frutos/ha (Escalona *et al.*, 2008) y (Aljaro, 2013). Así mismo, el número de frutos de melón por hectárea alcanzado en la temporada 2015 – 2016, sigue siendo mayor a los logrados por ensayos en temporadas anteriores que se realizaron en la misma localidad bajo manejo orgánico, alcanzado rendimientos de 43.566 frutos/ha (Garay, 2006), 55.538 frutos/ha (Fuentes, 2007), 47.685 frutos/ha (Lara, 2010), 36.417 frutos/ha (Muñoz, 2012). Por su parte, Acevedo 2016, con los mismos fertilizantes como base e inoculación de *K. radicincitans* obtuvo rendimientos de 37.767 frutos/ha de melones del tipo cantalupo cultivar Araucano.

4.1.2 Peso de frutos

En el cuadro 7, se presentan los resultados obtenidos en cuanto al peso de los frutos obtenidos. Estos, indican que T3 en promedio registró los frutos de mayor peso en las categorías total y comercial con 859 gr y 884 gr respectivamente, aun así, no se diferencia significativamente del resto de los tratamientos del ensayo. En tanto, es T2 el que en promedio se obtuvo mayor rendimiento por hectárea 53,9 ton/ha de frutos totales y 52,3 ton/ha de melones en calidad comercial, tampoco logrando diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos.

Cuadro 7: Rendimiento en peso gramos y (ton/ha) de melón cultivar Lunabel, en Invernadero con manejo orgánico de acuerdo al uso de BPCV.

Tratamiento	Frutos Totales		Frutos Comerciales		Frutos Descarte	
	Peso medio (gr)	(Ton/ha)	Peso medio (gr)	(Ton/ha)	Peso medio (gr)	(Ton/ha)
T1: 100 N S/b	764	45,2	837	42,6	471	3,9
T2: 100 N C/b	798	53,9	821	52,0	379	1,6
T3: 70 N S/b	859	48,0	884	47,2	488	1,2
T4: 70 N C/b	838	48,2	853	48,4	505	0,4
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. no significativo. s/b: sin bacteria. c/b: con bacteria

Los pesos medios de los frutos comerciales obtenidos en este ensayo, fueron mayores a los que reporta (Mecca *et. Al*, 2004) en producción convencional con 781,4 gr. Pero más bajos según lo publicado por (Catlfee *et al* 2009) que obtuvo pesos de 957 gr por fruto, también en producción convencional.

Ahora, las toneladas de melones comerciales por hectáreas que fueron producidas en este cultivo, son menores en comparación a la que se llegaron en temporadas anteriores, en producciones al aire libre, con otros cultivos, pero también bajo manejo orgánico, (Garay, 2006) produjo (67,3 ton/ha), (Fundes, 2007) logró 66,05 (ton/ha), mientras que Muñoz y Acevedo alcanzaron 54,6 y 68,29 (Ton/ha) respectivamente. Solamente se logró superar el rendimiento de Lara, 2010 que llegó a (43.15 ton/ha).

La extracción de nitrógeno para producir una tonelada de frutos varia de 3,5 (INTA, 2005) a 3,8 kg de N por tonelada de frutos producidos Como muestra el cuadro 7.1, el tratamiento 1 con la oferta completa de nutrientes entregado, tenía el potencial de producir 72,8 ton/ha, sin embargo, este exhibió una producción menor de toneladas, y por tanto una extracción menor de nitrógeno. Este diferencial, puede ser explicado, en parte, por la presencia de nematodos que atacaron al cultivo, que quedó en evidencia al final del cultivo, en el anexo 5, se puede apreciar que el conteo de nematodos llegó a 75 en 100gr de suelo.

Cuadro 7.1 Extracción de nitrógeno considerando 3,5 kg/ton fruta producidas

Frutos	Ton/ha	Extracción N (Kg/ton)	N no utilizado
Totales	53,9	188,7	66,3
Comerciales	45,2	158,2	96,8
Potenciales	72,8	254,8	-

4.2 Evaluación de calidad de la fruta: presión y sólidos solubles.

La evaluación de la presión se realizó en la pulpa del fruto, y presentó diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de las mediciones realizadas durante la temporada, es en la segunda fecha de medición, correspondiente al 06 de enero, en que la medición de la presión, no se diferenció estadísticamente (Figura 3). Durante el periodo de producción, los tratamientos que tuvieron mejor desempeño en esta evaluación, fueron los tratamientos con presencia de *K. radicincitans*, tanto T2 como T4 obteniendo valores promedio más altos para la temporada de 6,5 y 6,0 lb/plg² respectivamente (Anexo 2).

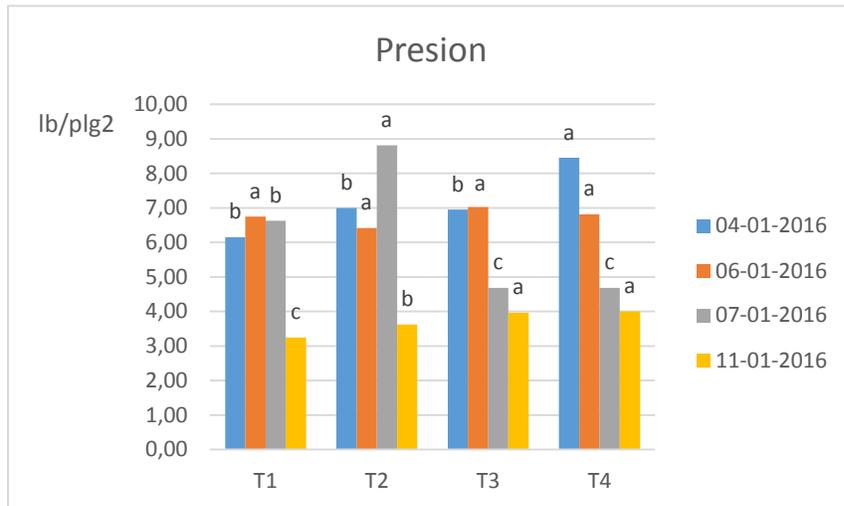


Figura 3: Valores de la presión en pulpa de frutos de melón cultivar Lunabel, en Invernadero con manejo orgánico de acuerdo al uso de BPCV, temporada 2015 – 2016, E/E Panguilemo

Por su parte (Ferrante *et.al*, 2008) para distintos niveles de fertilización nitrogenada en melón, no encontró diferencias estadísticas en la presión de la pulpa de los frutos, pero si mostro que a menor aporte de nitrógeno se registraban valores más altos.

Por su parte, para el análisis de los sólidos solubles destaca T4, que obtuvo los valores consistentemente más altos durante la temporada, registrando un promedio de 13 °brix (Anexo 2). Eso sí, Cabe señalar que tanto la primera, como la última fecha de medición los resultados no lograron diferencias estadísticas (Figura 4). Por su parte, el tratamiento con menor contenido de solidos solubles fue T1 con un promedio de 11,9°brix.

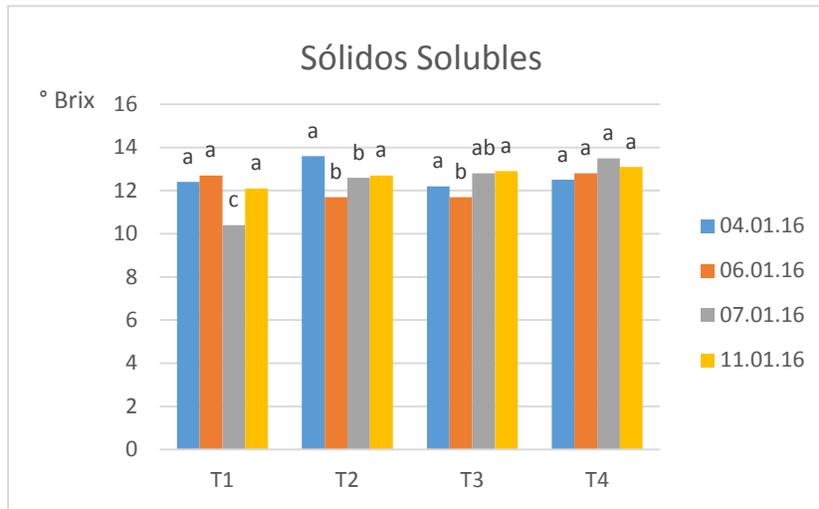


Figura 4: Mediciones de sólidos solubles en pulpa de frutos de melón cultivar Lunabel, en Invernadero con manejo orgánico de acuerdo a tratamientos evaluados.

A lo largo de la temporada se registraron valores de grados brix de 10.4 a 13.6 (Anexo 1), mediciones que concuerdan con lo que (Guerineau *et al.*, 2000) describe para el melón chatentrais, con valores que oscilan entre 10 a 16 °Brix. En tanto (Harrill, 1998), propone valores comerciales para melones cantalupos de 12 a 16°brix. Siendo, 12 °brix considerado como promedio, 14 °brix bueno y 16 °brix excelente. En comparación, los resultados logrados en este ensayo son mayores a lo obtenido por (Botto, 2011) con 11.8 °brix y (Mecca. 2004) con 10.8°brix. Por otra parte, son levemente inferiores a lo que reporta (Cantliffe, 2009), quien llegó a 12,8° brix. Que el fruto alcance mayor contenido de solidos solubles (°brix), está relacionado al tiempo que pase unido a planta, a mayor tiempo, más azúcares como sacarosa, glucosa y fructosa son acumuladas en sus tejidos (Flores *et. al*, 2001).

4.3 Contenido de materia seca en el cultivo de melón.

4.3.1 Contenido de materia en el fruto según manejos experimentales.

Para ambas fechas de evaluación se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de materia seca que acumuló el fruto en su pulpa, como lo muestra el cuadro 8. Para la primera evaluación (06 de enero 2016), el T1 fue el que obtuvo el mayor porcentaje de materia seca, con 11,9%, seguido del T4, el que con 1,5% menos de materia seca acumulada, alcanzó un 10,4%.

En la segunda fecha de evaluación, correspondiente al 13 de enero, T3 llegó a 7,7% materia seca, seguido de cerca, por ambos tratamientos con bacteria, T2 y T4, registrando acumulaciones de materia seca de 7,0% y 6,6% respectivamente. Y para esta fecha el T1 fue el que menor contenido de materia seca registró con 5,8%.

Por otro lado, para la acumulación de materia seca de la cascara (anexo 3), no existieron diferencias significativas entre tratamientos, variando el porcentaje de materia seca entre 7,8% para los tratamientos 1 y 2, hasta 7,3% y 7,1% para los tratamientos 3 y 4.

Cuadro 8: contenidos de materia seca de pulpa de melón cultivar Lunabel, en Invernadero con manejo orgánico de acuerdo al uso de BPCV, temporada 2015 – 2016, E/E Panguilemo.

Fecha	06.01.16	13.01.16	
Tratamiento	Materia seca pulpa (%)	Materia seca pulpa (%)	Promedio (%)
T1: 100 N S/b	11,9 a	5,8 c	8,9
T2: 100 N C/b	8,1 c	7,0 ab	7,6
T3: 70 N S/b	8,3 c	7,7 a	8,0
T4: 70 N C/b	10,4 b	6,6 bc	8,5
Significancia	*	*	

*: Test estadístico Dunckan ($p < 0,05$), significativos/b: sin bacteria. c/b: con bacteria

Acevedo en 2016, llega a porcentaje máximo de 8,6% de materia seca para la pulpa del fruto, siendo menor al máximo de este ensayo que registro un porcentaje de 8,9. Mientras que Valantin (1999) obtiene valores de 8,9% de materia seca, siendo el mismo porcentaje que alcanzó T1.

El porcentaje de materia seca que Lara (2010) registro fue de 12,8%, siendo superior a los alcanzados por este cultivo, pero se debe considerar que, sus mediciones fueron en fruto completo, es decir pulpa y cáscara.

4.3.2 Distribución de materia seca en los órganos de la planta.

En el cuadro 9, se observa la repartición de materia seca en la planta: hoja, tallo, raíz, el porcentaje de materia seca medido en la hoja, no se diferenció significativamente, y el menor valor se registró en el T2, con un 18,5%, mientras que el resto de los tratamientos mostraron valores de 18,7% para el tratamiento 3 y 19 % para los tratamientos 1 y 4.

Para la evaluación del porcentaje de materia seca en tallo, tampoco existieron diferencias en la estadística, no obstante, el tratamiento 3 fue el que obtuvo el menor porcentaje contenido de materia seca, un 10,9%, no es encontrándose diferencias estadísticas en el resto de los tratamientos 1, 3 y 4 (11,4, 11,2 y 11,1 % m.s respectivamente). Finalmente, el porcentaje de materia seca en raíces, al igual que las mediciones anteriores, tampoco presentó diferencias estadísticamente significativas, a pesar de ello, el tratamiento 2 llegó hasta el 24,7% de materia seca, siendo el porcentaje más alto obtenido.

Cuadro 9: contenidos de materia seca (%) por estructura de muestra de plantas de melón cultivar Lunabel, en Invernadero con manejo orgánico de acuerdo al uso de BPCV, temporada 2015–2016, E/E Panguilemo.

Tratamiento	Materia seca hoja (%)	Materia seca Fruto (%)	Materia seca tallo (%)	Materia seca raíz (%)
T1: 100 N S/b	19,0	8,9	11,4	24,2
T2: 100 N C/b	18,5	7,6	11,0	24,7
T3: 70 N S/b	18,7	8,0	10,9	22,6
T4: 70 N C/b	19,0	8,5	11,1	22,3
Significancia	n.s.	n.a.	n.s.	n.s.

n.s: no significativo. s/b: sin bacteria. c/b: con bacteria

En este ensayo, y al igual que (Valantin *et al.*1999) y (Acevedo, 2016) en los tratamientos que existió mayor contenido de materia seca en la pulpa del fruto, también registraron un mayor porcentaje de materia seca para el tallo y las hojas.

Los porcentajes de materia seca de hoja son menores en comparación con (Acevedo 2016), (Lara, 2010) y (Garay, 2006) con 28,6%, 52,8 % y 36 % respectivamente. En cuanto a la materia seca del tallo los valores obtenidos también son menores, Acevedo y Garay llegaron a valores porcentuales de 16,8 y 15, mientras que Lara alcanzó el 23, 26 %.

Respecto al porcentaje de materia seca en la raíz, los valores que este ensayo son superiores a los obtenidos por Lara y Garay con 21% y 23%, mientras que Acevedo registró valores máximos de 28,6% de materia seca, siendo superior a lo aquí se alcanzó.

La relación que existe entre la cantidad de raíces y la cantidad de estructuras aérea como son hojas y tallos, es proporcional a la relación entre la actividad específica de la parte aérea y la de las raíces. En hortalizas de fruto las raíces presentan un porcentaje mayor de materia seca dentro de la planta en sus etapas iniciales, pero disminuye considerablemente luego de iniciarse el crecimiento reproductivo, siendo el fruto y la parte aérea de la planta las que mayor porcentaje de materia seca representan en la planta (Peil y Gálvez, 2005). Esta distribución se cumple en el presente ensayo, donde la parte aérea de la planta concentra el mayor porcentaje de materia seca.

5. CONCLUSION

Del presente ensayo se pueden obtener las siguientes conclusiones.

En la evaluación de rendimiento total y comercial, tanto en frutos por hectárea, como en toneladas producidas por hectárea, es el tratamiento 2, de fertilización base completa más la inoculación de *Kosakonia radicincitans* quien obtuvo el desempeño más alto con 67.534 frutos totales/ha y 63.365 frutos comerciales/ha, en tanto el tonelaje total y comercial ascendió a 53.9 y 52 toneladas respectivamente. Sin embargo, no existieron diferencias estadísticas, respecto a los demás tratamientos.

Respecto a la evaluación de calidad en sólidos solubles (°brix), los valores oscilaron entre 10,4 y 13,6 °brix diferenciándose estadísticamente los tratamientos en dos de las cuatro fechas de medición, destacando el tratamiento 4, el que obtuvo los valores consistentemente más altos durante la temporada. En cuanto a la calidad medida en la presión (lb/plg²) los valores fluctuaron entre 3,3 (lb/plg²) y 8,8 (lb/plg²), existiendo diferencias estadísticas para tres de las cuatro fechas de medición. Destacan los tratamientos con presencia de *K. radicincitans*, tanto T2 como T4 obteniendo valores promedio para la temporada de 6,5 y 6,0 lb/plg² respectivamente.

En cuanto a la acumulación de materia seca por parte de planta, no existió diferencia estadística en ninguna estructura, tanto en hoja, tallo como raíz. Donde sí se prestó diferencia, fue el porcentaje de materia seca de la pulpa de los frutos, donde en promedio los tratamientos 1 y 4 alcanzaron valores de 8,9 y 8,5 % respectivamente.

6. BIBLIOGRAFIA.

- Acevedo, J. 2014. Efecto de la aplicación de un estimulador de crecimiento en el cultivo del melón *Cucumis melo* L. cantalupensis, tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, universidad de Talca.
- Aljaro, A. 2013. Melón y Sandía en cultivo Forzado bajo plástico: Inversiones iniciales para salir primero. Redagricola.
- Araya, P. 2006 Características y clasificación agroclimática de Talca (1975 – 2004), tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, Universidad de Talca. 71 p
- Avendaño. D. 2003. El proceso de compostaje. tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Departamento de Fruticultura y Enología.
- Censo Agropecuario, 2007. Informe de cultivos de hortalizas (En línea). Disponible en http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php .
- Bashan, Y., de-Bashan, L.E., 2005. Bacteria/plant growth-promotion. In: Hillel, D. (Ed.), Encyclopedia of Soils in the Environment. Elsevier, Oxford, pp. 103–115.
- Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica fundamentos para la región andina. Neckar-Verlag. 681 p
- Berger, B., Brock, A.K. and Ruppel, S.2013. Nitrogen supply influences plant growth and transcriptional responses induced by *Enterobacter radicincitans* in *Solanum lycopersicum*. Plant Soil 370: 641-652.

- Brady, C., Cleenwerck, I., Venter, S., Coutinho, T., De Vos, P. 2013. Taxonomic evaluation of the genus *Enterobacter* based on multilocus sequence analysis (MLSA): proposal to reclassify *E. nimipressuralis* and *E. amnigenus* into *Lelliottia* gen. nov. as *Lelliottia nimipressuralis* comb. nov. and *Lelliottia amnigena* comb. nov., respectively, *E. gergoviae* and *E. pyrinus* into *Pluralibacter* gen. nov. as *Pluralibacter gergoviae* comb. nov. and *Pluralibacter pyrinus* comb. nov., respectively, *E. cowanii*, *E. radicincitans*, *E. oryzae* and *E. arachidis* into *Kosakonia* gen. nov. as *Kosakonia cowanii* comb. nov., *Kosakonia radicincitans* comb. nov., *Kosakonia oryzae* comb. nov. and *Kosakonia arachidis* comb. nov., respectively, and *E. turicensis*, *E. helveticus* and *E. pulveris* into *Cronobacter* as *Cronobacter zurichensis* nom. nov., *Cronobacter helveticus* comb. nov. and *Cronobacter pulveris* comb. nov., respectively, and emended description of the genera *Enterobacter* and *Cronobacter*. *Syst Appl Microbiol*.
- Ciren Corfo. 1983. Descripciones de suelos. Estudio agrológico Complementario semi detallado. Tomo 2. Santiago, Chile 186 p.
- Chaitanya, K.J., Abhinav, A., Baldev, V.P., Dinesh, K.M., Meenu, S. 2011. Bacteria in Agrobiology: Plant Growth Responses. Springer Berlin Heidelberg. 159 – 182 p.
- Faúndez, A. 2007. Efecto de distintas fuentes de fertilización nitrogenada y potásica sobre precocidad, rendimiento y calidad en cultivo orgánico de melón (*Cucumis melo* L. variedad Cantalupensis Naud). Memoria de Título. Universidad de Talca, Talca, Chile. 74 p.
- Ferrante, A., Spinardi, T. Maggiore, A. Testoni, and P.M. Gallina. 2008. Effect of nitrogen fertilisation levels on melon fruit quality at the harvest time and during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88:707-713
- Flores. F, Martínez, M. Sánchez. F, Romajaro. F. 2001. Differential rind and pulp ripening of transgenic antisense ACC oxidase melon. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. *Plant Physiol. Biochem.* España.

- Garay, M. 2006. Efecto del uso de nitrato de sodio como complemento de la fertilización orgánica sobre la precocidad, calidad y productividad del melón (*Cucumis melo* L.) cv. Araucano. Memoria de Título. Universidad de Talca, Talca, Chile. 58 p.
- GEBHARDT, S.E., R.H. MATTHEWS. 1988. Nutritive value of foods. USDA-HNIS, Home and Garden Bull. 72, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, U.S.A., 72p.
- Giaconi, V., Escaff, M. 2004. Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria. 336 p.
- Glick, B.R., Patten, C.L., Holguín, G. y Penrose, D.M. 1999. Biochemical and Genetic Mechanisms used by plant growth promoting bacteria. Imperial College press. London. 270 p.
- Goldman, A. 2002. Melons for the passionate grower, p. 42. Workman, New York.
- Guérineau, C., E. Denis, D. Scandella, B. Navez, y N. Lancelin. 2000. Sensory evaluation of Charentais-type melons: An exploratory tool. Acta Hort. 510:487–492.
- Guzmán, G. Alosa, A. 2008. Buenas Prácticas en Producción Ecológica, uso de Abonos Verdes. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Madrid, España 28p.
- Huerta, A. 2012. AGRICULTURA PROTEGIDA revista Agroentorno septiembre.
- INTA. 2005. Cultivo del melón: requerimientos nutricionales. (En línea). Dponible en <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-hi13melnreqnutric.pdf>. Consultado el 29 de octubre de 2016.
- Kampfer, p. Ruppel, S. Remus, R. 2005. Enterobacter radicincitans sp. nov., a plant growth promoting species of the family Enterobacteriaceae. Systematic and Applied Microbiology. 28: 213-221.
- Lara, R. 2010. Efecto de distintos tipos de mulch sobre la precocidad y calidad comercial en el cultivo de melón orgánico (*Cucumis melo* L. var. cantalupensis Naud. cv. Don Luis) al aire libre con cubierta flotante. Memoria de Título. Universidad de Talca, Talca, Chile. 62 p

- Maroto, J.V., 2002. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 702 p
- Muñoz, J. 2012. Efecto complementario de abonos verdes en precocidad, calidad y rendimiento en un cultivo de melón orgánico (*Cucumis melo* L. var. cantalupensis Naud) cv. Araucano. Memoria de Título. Universidad de Talca, Talca, Chile. 68 p.
- ODEPA, 2014. Estimación de superficie cultivada de hortalizas a nivel nacional. (En línea). Disponible en: <http://www.odepa.cl/rubro/hortalizas-frescas/> Consultado el 29 de octubre de 2016.
- Odepa. 2015. Boletín de hortalizas frescas, (En línea). Diponible en http://www.odepa.cl/wpcontent/files_mf/1423489839BoletinHortalizas2015_02.pdf. Consultado el 29 de octubre de 2016.
- Podile, A. Kishore, K. 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacterias. Springer. Netherlandas. 230p
- Peil, R. M. y Galvez, J.L. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. R. bras. Agrociencia, v.11, n.1, p 05-11.
- Reche, J. 2008. Cultivo del Melón en invernadero, exigencias del cultivo. España, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. 312 p.
- Rincon, L. Saez, J. Perez, J. Pellicer, C. Gomez, M. 1998. CRECIMIENTO Y ABSORCION DE NUTRIENTES DEL MELON BAJO INVERNADERO. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA) Estación Sericícola. INIA. España
- Ruppel, S., Rühlmann, J., Merbach, W. 2006. Quantification and localization of bacteria in plant tissues using quantitative real-time PCR and online emission fingerprinting. Plant Soil. 286: 21 – 35 p.
- SAG. 2013. AGRICULTURA ORGÁNICA NACIONAL BASES TÉCNICAS Y SITUACIÓN ACTUAL en (línea) Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf Consultado el 29 de octubre de 2016.

- Tahir, E, Taha, Y, M. 2004. Indigenous melons (*Cucumis melo* L.) in Sudan: a review of their genetic resources and prospects for use as sources of disease and insect resistance (Agricultural Research Corporation, Wad Medani (Sudan). Plant Genetic Resources Unit) Food and Agriculture Organization, Rome (Italy) International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia.
- Tesi, R. 2001. Medios de protección para la hortofruticultura y el viverismo. Madrid. Ed. Mundi-Prensa. 288 p.
- Zapata, M., Cabrera, P., Bañón, S., Roth, P. 1989. El Melón. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 169 p.
- Valantin, M., Gary, C., Vaissière, B.E. and Frossard, J.S. 1999. Effect of fruit load on partitioning of dry matter and energy in cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Annals of Botany* 84: 173-181.

ANEXO

Anexo 1: Mediciones de Sólidos soluble y presión durante la temporada

4,01,16			
sólidos solubles (°brix)		presión (lb)	
12,4	a	6,2	b
13,6	a	7	b
12,2	a	7	b
12,5	a	8,5	a
6,01,16			
sólidos solubles (°brix)		presión (lb)	
12,7	b	6,8	a
11,7	b	6,4	a
11,7	a	7	a
12,8	a	6,8	a
7.01.16			
sólidos solubles (°brix)		presión (lb)	
10,4	c	6,6	b
12,6	b	8,8	a
12,8	ab	4,7	c
13,5	a	4,7	c
7.01.16			
sólidos solubles (°brix)		presión (lb)	
12,1	a	3,3	c
12,7	a	3,6	b
12,9	a	4	a
13,1	a	4	a

Anexo 2 Media de la temporada en sólido soluble y presión.

Tratamiento	Sólido soluble (°brix)	Presión (lb/plg ²)
T1: 100 N S/b	11,9	5,7
T2: 100 N C/b	12,7	6,5
T3: 70 N S/b	12,4	5,7
T4: 70 N C/b	13,0	6,0
Significancia	n.s.	n.s.

n.s: no significativo.

Anexo 3 Porcentaje de materia seca del fruto de melón

Tratamiento	%m.s cascara
T1: 100 N S/b	7,8
T2: 100 N C/b	7,8
T3: 70 N S/b	7,3
T4: 70 N C/b	7,1
Significancia	n.s.

m.s: materia seca. n.s: no significativo

Anexo 4 Aporte de nitrógeno (kg/ha) y porcentaje de mineralización de lo Fertilizantes orgánicos empleados.

Fertilizante	N (kg/ha)	% Mineralización	N (kg/ha)
Abono verde	186,5	90	167,9
Guano rojo	5,5	90	5,0
Compost	224,4	30	67,3
Humus	16,4	90	14,8
Fertilización base			255
Fertilización 70 %			178

Anexo 5

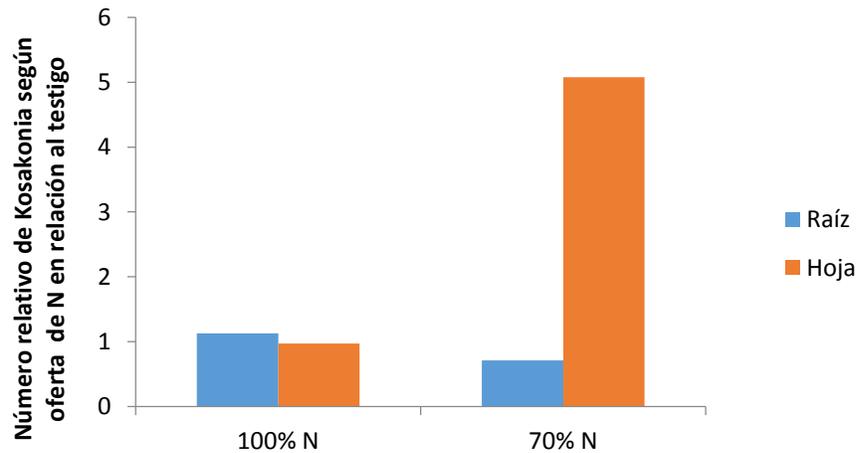


Figura 4. Presencia de k. radicincitans en tejidos de acurdo a régimen de fertilización.

Anexo 6 Conteo de nematodos en muestra de suelo.

NEMATODO	Mesa7	Mesa 8
Meloidogyne	12	12
Helicotilenchus	44	0
Pratilenchus	5	0
Tylenchus	0	2
Total	61	14

Muestra analizada el 18/01/2016