

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

EFFECTO DE LA BIOFERTILIZACIÓN CON *AZOTOBACTER*

***CHROOCOCCUM*. EN EL RENDIMIENTO DE MELÓN**

(*Cucumis melo* L.) HÍBRIDO PRIMO THIRAM

EN EL C.E.A. III LOS PICHONES –

DEPARTAMENTO TACNA

Tesis

Presentada por:

Bach. HECTOR ORLANDO ORDOÑEZ JIMÉNEZ

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**EFFECTO DE LA BIOFERTILIZACIÓN CON *AZOTOBACTER
CHROOCOCCUM*. EN EL RENDIMIENTO DE MELÓN
(*Cucumis melo* L.) HÍBRIDO PRIMO THIRAM
EN EL C.E.A. III LOS PICHONES –
DEPARTAMENTO TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 07 DE SETIEMBRE DEL 2012,
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE:


Dra. Rosario Elena Zegarra Zegarra

SECRETARIO:


Mgr. Virgilio Vildoso Gonzales

VOCAL:


MSc. Nivardo Nuñez Torreblanca

ASESOR:


MSc. Magno Robles Tello

DEDICATORIA

A mis padres, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme por un buen camino, a los docentes por su valioso apoyo y orientación para el cumplimiento de las metas propuestas. Y un agradecimiento muy especial a todas aquellas personas que me apoyaron con su decisiva y desinteresada colaboración en la consecución del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
I. REVISION BIBLIOGRÁFICA	14
1.1. Origen y clasificación taxonómica.....	14
1.1.1.Origen.....	14
1.1.2.Clasificación taxonómica	14
1.2. Descripción de la planta.....	15
1.3. Características agro climáticas	16
1.3.1. Clima	16
1.3.2. Suelo y preparación	17
1.3.3. Sistema de siembra	18
1.3.4. Fertilización.....	18
1.3.5. Riego	19
1.3.6. Raleo, poda y desbaste	20
1.3.7. Cosecha	22
1.3.8. Recolección	24
1.3.9. Aceleradores de maduración	24
1.4. Zonas de producción de melón en el Perú.....	26
1.4.1.Capacidad de producción	26
1.4.2.Principales mercados donde se exporta	26

1.5. Biofertilización con Azotobacter	26
1.5.1. Definición	26
1.5.2. Beneficios y aspectos importantes de los biofertilizantes	29
1.6. Biofertilizantes de última generación.....	30
1.7. Antecedentes.....	31
1.7.1. Trabajos de investigación con <i>Azotobacter chroococcum</i>	31
1.7.2. Investigación con biofertilización en melón	35
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
2.1. Ubicación del campo experimental	37
2.2. Materiales	41
2.2.1. Material experimental	41
2.2.2. Características del material experimental	41
2.2.3. Tratamientos.....	44
2.3. Métodos.....	44
2.3.1. Diseño experimental	44
2.3.2. Análisis estadístico	44
2.3.3. Variables de respuestas evaluadas	45
2.3.4. Características del campo experimental	48
2.3.5. Manejo del experimento.....	49
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

Índice de cuadros

Cuadro 1: Composición Química del fruto.....	16
Cuadro 2: Composición nutricional 100 gramos de parte comestible	25
Cuadro 3: Análisis físico químico de suelo.....	38
Cuadro 4: Datos meteorológicos de la estación MAP Jorge Basadre Grohmann SENAMHI TACNA	40
Cuadro 5: Distribución de tratamientos en el campo experimental.....	49
Cuadro 6: Análisis de varianza para longitud de planta de melón híbrido Primo	54
Cuadro 7: Prueba de significación de Duncan para longitud de planta (m) de melón híbrido Primo.....	55
Cuadro 8: Análisis de varianza para diámetro polar del fruto (cm) de melón híbrido Primo.	57
Cuadro 9: Prueba de significación de Duncan para el diámetro polar del fruto de melón híbrido Primo.....	58
Cuadro 10: Análisis de varianza para diámetro ecuatorial (cm) del fruto de melón híbrido Primo.	61
Cuadro 11: Prueba de significación de Duncan para el diámetro ecuatorial (cm) del fruto de melón híbrido Primo	62
Cuadro 12: Análisis de varianza para número de frutos por planta de melón híbrido Primo.	64
Cuadro 13: Análisis de varianza para peso del fruto (kg) de melón híbrido Primo.	65

Cuadro 14: Prueba de significación de Duncan para el peso de fruto (kg) de melón híbrido Primo.....	67
Cuadro 15: Análisis de varianza para grados brix (%) del fruto de melón híbrido Primo.....	69
Cuadro 16: Prueba de significación de Duncan para el porcentaje de grados Brix del fruto de melón híbrido Primo	70
Cuadro 17: Análisis de varianza para grosor de la cáscara (cm) del fruto de melón híbrido Primo.....	73
Cuadro 18: Análisis de varianza para rendimiento por planta (kg) del melón híbrido Primo.	74
Cuadro 19: Prueba de significación de Duncan para el rendimiento por planta (kg) de melón híbrido Primo.....	75
Cuadro 20: Análisis de varianza para rendimiento (t/ha) del melón híbrido Primo.	77
Cuadro 21: Prueba de significación de Duncan para el rendimiento (t/ha) de melón híbrido Primo.....	78

Índice de figuras

Figura 1: Longitud de la planta (cm) del cultivo de melón, híbrido primo en función a las dosis de <i>Azotobacter chroococcum</i>	56
Figura 2: Diámetro polar (cm) del cultivo de melón, híbrido primo en función a las dosis de <i>Azotobacter chroococcum</i>	60
Figura 3: Diámetro ecuatorial (cm) del cultivo de melón, híbrido primo en función a las dosis de <i>Azotobacter chroococcum</i>	63
Figura 4: Peso del fruto (kg) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de <i>Azotobacter chroococcum</i>	68
Figura 5: Grados brix (%) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de <i>Azotobacter chroococcum</i>	72
Figura 6: Rendimiento por planta (kg) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de <i>Azotobacter chroococcum</i>	76
Figura 7: Rendimiento (t/ha) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de <i>Azotobacter chroococcum</i>	80

RESUMEN

El presente trabajo de tesis titulado “Efecto de la biofertilización con *Azotobacter chroococcum* en el rendimiento de melón (*Cucumis melo*) híbrido Primo Thiram en el C.E.A. III Los Pichones – departamento Tacna”.

Se utilizó 5 dosis del biofertilizante *Azotobacter chroococcum* que fueron: 1,00; 1,50; 2,00; 2,50 y 3,00 kg/ha respectivamente, más un testigo sin aplicación. Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan.

En relación a los resultados se determinó que el mayor de rendimiento de frutos por planta (kg) fueron con los tratamientos T₄ (2,50 kg/ha); T₅ (3,00 kg/ha) y T₃ (2,00 kg/ha). El peso del fruto indican que los tratamientos de mayor promedio fueron los tratamientos T₄ (2,50 kg/ha); T₅ (3,00 kg/ha) y T₃ (2,00 kg/ha) kg.

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años se vienen introduciendo en nuestro país el uso de biofertilizantes y bioestimulantes del crecimiento vegetal, y especial énfasis ha cobrado la utilización de bacterias rizosféricas del género *Azotobacter*; debido fundamentalmente al papel crucial que estas cumplen en la nutrición vegetal y su influencia en la actividad fisiológica de las plantas.

En los últimos años esta alternativa ha logrado un amplio desarrollo a nivel técnico y comercial. El nivel de aceptación que viene alcanzando por parte de los agricultores representa un gran potencial para aplicar los principios de la biotecnología de primera generación en el aprovechamiento eficiente del microfauna en el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Los departamentos productores de melón que han registrados mayores áreas sembradas son: Lima, Tacna, Arequipa, Piura e Ica.

La región Tacna durante el periodo 2010 tuvo una producción anual de de 227 t. con un rendimiento promedio de 13,353 t/ha, siendo su precio en chacra 0,61 Nuevos Soles.

Las exportaciones de melón fresco durante el periodo 2010 aumentaron 1584% entre enero y octubre del mismo año, registrando ventas por US\$ 149,3 mil (217,7 mil kg) según estadísticas de Aduanas.

El mismo período el año pasado la exportación de la fruta tan solo registró US\$ 8,870 (36,6 mil kg). Los principales destinos de esta fruta fueron Holanda (75,6%) y Ecuador (15,8%). El resto se dividió entre Chile (4,6%) España (3,6%) y Brasil (0,4%).

El uso de las bacterias fijadoras de nitrógeno se presenta como alternativa al uso de fertilizantes convencionales, con las ventajas de que estos biofertilizantes originan procesos rápidos, consumen poca energía, no contaminan el medio ambiente, incrementan la fertilidad del suelo y proporcionan protección frente a microorganismos fitopatógenos.

En este sentido, los bioestimuladores o inoculantes microbianos son un componente vital de los sistemas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable de reducir los insumos externos y de mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos.

Objetivo general

Determinar el efecto de la biofertilización a base de *Azotobacter chroococcum* en el rendimiento del fruto del melón variedad híbrido Primo Thiram en condiciones del C.E.A. III “los Pichones”.

Hipótesis

Con la aplicación del biofertilizante *Azotobacter chroococcum* se obtendrá un efecto significativo en el rendimiento del cultivo del melón, híbrido Primo, en el C.E.A. III “los Pichones”.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Origen y clasificación taxonómica

1.1.1. Origen

El melón tiene como principal centro de origen al Oriente próximo (interior de Asia Menor, toda la Transcaucasia, Irán y las tierras altas de Turkmenistán) y como centro secundario el Asiático Central (Noroeste de la India, Punjab y Cachemira), Afganistán, Tadjiquistan, Uzbequistan y parte occidental de Tianchau, (InfoAgro).

1.1.2. Clasificación taxonómica

División: Spermatophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitácea

Genero: *Cucumis*

Especie: *Cucumis melo L.*

Nombre vulgar: Melón

1.2. Descripción de la planta

La planta de melón es herbácea, anual, rastrera, con tallos pubescentes ásperos (provistos de zarcillos) y que pueden alcanzar de 2 a 3 m de longitud. Las hojas son lobuladas y reniformes, vellosas y con diámetro horizontal o longitudinal entre 7 a 15 cm. Los tallos portan primeramente las flores masculinas y después de algunos días, sobre tallos jóvenes, aparecen las femeninas, (InfoAgro).

Los frutos son de tipo peponídeo, es decir, son simples, carnosos, indehiscentes, sincárpicos, provenientes de un ovario ínfero y con una cavidad central (resultante de la absorción de los septos y de la pulpa). A punto de su madurez, tiene la pulpa blanda, perfumada o casi inodora, dulce, acuosa y de color verde, blanco cremosa o anaranjada, (Zapata, Cabrera, Bañon, & Roth, 1989).

Las semillas son blancas o amarillo crema, de forma ovalada, achatada, alargada y de tamaño regular y peso aproximado de 0,8 g, (InfoAgro).

De acuerdo, (Zapata, Cabrera, Bañon, & Roth, 1989), la composición (en porcentaje) puede ser:

Cuadro 1: Composición Química del fruto

CONTENIDO	PORCENTAJE (%)
Agua	90,00
Fibras leñosas	1,15
Cenizas	0,82
Proteínas	0,99
Grasas	0,30
Hidratos de carbono	0,60

Fuente: Infoagro 2009.

1.3. Características agro climáticas

1.3.1. Clima

El melón, como las demás cucurbitáceas y aún más que la sandía, es una hortaliza típicamente exigente en temperaturas relativamente elevadas, tanto del suelo como del aire (con medias entre 18 y 26 grados centígrados). La temperatura del suelo ejerce su influencia en la germinación mientras; que la del aire actúa en el crecimiento y desenvolvimiento de la planta.

Las altas humedades relativas inducen desmejoras, en las cualidades químicas y organolépticas de los frutos, lo que se suma a la mayor incidencia de enfermedades criptogámicas, (Maroto, 1989).

1.3.2. Suelo y preparación

La planta del melón no tiene mucha exigencia en cuanto a suelos, pero da mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y fértiles, con alto contenido de tierra negra y de nitrógeno. Se recomienda suelos, franco arenoso, con buen contenido de material orgánico: pH de 5,0 a 6,8 (InfoAgro).

La aradura de los suelos debe tener una profundidad de 25 a 30 centímetros. La rastrada se debe realizar en forma tal que el suelo no quede completamente mullido, sino con pequeños terrones que permitirán a los zarcillos de las plantas tener donde fijarse y así inmovilizar a las guías. La surcada debe hacerse, preferiblemente, siguiendo las curvas de nivel o las pendientes ligeras (0,2%) para permitir que los riegos sean bien realizados, evitando encharcamientos o movilización del agua en forma por demás brusca, por lo que, los surcos deben ser poco profundos y de poco ancho (0,20 metros), (Maroto, 1989).

1.3.3. Sistema de siembra

1.3.3.1. Siembra directa

Sistema por demás conocido y donde los distanciamientos de siembra están relacionados con los tipos y variedades de melón que vayan a cultivarse, así como con el tipo de mercado al que se dirigirán los frutos (Zapata, Cabrera, Bañon, & Roth, 1989).

1.3.3.2. Siembra directa por trasplante

Este sistema es utilizado, muchas veces, con la finalidad de ganar tiempo en razón de poder realizarse dos labores al mismo tiempo, esto es, preparación del terreno y siembra en fundas plásticas, llenas con tierra preparada con estiércol, donde se colocan 3 a 4 semillas en cada una. Las plantas se deben trasplantar a los 12 o 15 días de edad, para evitar el atrofiamiento de las raíces (Zapata, Cabrera, Bañon, & Roth, 1989).

1.3.4. Fertilización

Recomendar dosis de fertilizantes para el cultivo del melón, así como para cualquier hortaliza o especie agrícola, sería un gran error, ya que es necesario conocer: la disponibilidad de nutrientes del suelo (análisis de suelo), variedad a ser sembrada (respuesta de las plantas a determinados tipos de fertilizantes), condiciones ambientales en que se desarrollará el cultivo, etc. (InfoAgro).

(Namesny, 1997) relata que la planta de melón, por ser una hortaliza de fruto, es exigente en P y K sobre los requerimientos de N y que la aplicación de fertilizante se debe realizar de la siguiente manera: Al momento de la siembra se aplica la mitad de la dosis; cuando las guías de las plantas tengan de 30 a 50 cm se debe aplicar $\frac{1}{4}$ de la dosis, colocando el fertilizante a unos 15 a 20 cm al lado del cuello de la raíz; $\frac{1}{4}$ de dosis restante se aplica cuando empiezan a formarse los primeros frutos e incorporándolo en bandas de 40 cm. de longitud, localizado a 15 - 20 cm al lado de las plantas.

(D., H., & M., 1991), recomiendan aplicar nitrógeno en forma de nitrocalcio, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, en dosis de 20 g por planta y por cada vez. También recomienda realizar fertilización por plantío (rica en P), utilizando 300 a 400 g de 4-16-8 por sitio.

1.3.5. Riego

El sistema de riego por goteo es el mejor para el cultivo de melón, ya que su eficacia es cercana al 90%, pero al igual que el sistema de riego por aspersión se necesita realizar un alto gasto inicial a lo que se suma la necesidad de tener mano de obra especializada, (InfoAgro).

1.3.6. Raleo, poda y desbaste

(García, Rodríguez, & Lugo, 2006), que son labores que deben realizarse para eliminar los excesos de plantas (raleo) o de frutos (desbaste), así como, evitar el crecimiento excesivo de las plantas (poda). No es recomendable dejar más de dos plantas por sitio y el raleo debe realizarse en forma oportuna, esto es, cuando ellas tengan aproximadamente 15 días de edad y presenten de 2 a 3 hojas verdaderas.

- **Primera poda**

Se realiza cuando las plántulas presentan la cuarta hoja verdadera, eliminándose dos, para que de las axilas de las hojas conservadas nazcan dos ramas laterales (secundarias) las que, a su vez, producirán brotes y hojas, (InfoAgro).

- **Segunda poda**

Se realiza cuando las ramas laterales tengan de cuatro a cinco hojas, dejando solo tres en cada rama, con lo que se obtendrán seis ramificaciones nuevas (terciarias), (InfoAgro).

- **Tercera poda**

Cuando las ramificaciones terciarias tengan cuatro hojas nuevas se procede al raleo y se dejan tres por ramificación, con lo que se obtendrán 18 nuevas ramificaciones (cuaternarias), (InfoAgro).

- **Cuarta poda**

En las ramificaciones cuaternarias aparecerán flores masculinas y femeninas y posteriormente se obtendrán frutos. Cuando los melones tengan 5 a 6 cm, se procederá a cortar (desbastar) los peores frutos conformados y dejándose, a lo sumo, 5 a 6 por cada planta. Se cortarán las ramas que cargan los frutos, dos hojas por encima de éstos y algunos días después, deben despuntarse las otras guías, operación que inducirá la concentración de la savia en los frutos, a la vez que los obligará a desarrollarse más rápidamente, (InfoAgro).

1.3.7. Cosecha

1.3.7.1. Índices de cosecha:

(Namesny, 1997), señala que para saber que los melones se encuentran aptos para ser cosechados se deben tomar en consideración algunos índices de madurez, que dependen del tipo y variedad sembrada, entre ellos:

- **Porcentaje de sólidos solubles**

Se determina en términos de grados brix, que deben estar entre 8 y 12 % respectivamente.

- **Color de la corteza**

Son variables y pueden ser verde, verde claro, verde oscuro, amarillo, amarillo claro o amarillo oscuro.

- **Reticulaciones**

Algunas variedades presentan reticulaciones más o menos pronunciadas, cuando están en estado de cosecha.

- **Surcos o puntas llenas**

Si el fruto está inmaduro se notará que los ápices presentan surcos o arrugamientos, y si están maduros, se observarán llenos y lisos.

- **Inicios de desecamiento del pedúnculo**

- **Días después de la floración (Fecundación)**

La maduración ocurre entre 40 a 45 días después de la fecundación de la flor.

1.3.8. Recolección

Esta labor se inicia alrededor de 70 a 90 días después de la siembra, según la variedad y la distancia de los mercados, prolongándose por más o menos 30 días. La recolección de los frutos puede ser manual o mecánica y se debe tener cuidado por no magullarlos o retirarles el pedúnculo, en forma completa. Si la cosecha es manual, se utilizarán cuchillos bien afilados para cortar los pedúnculos y dejar de 2 a 3 cm adheridos al fruto. Después de la recolección mecánica, se deberá aplicar un fungicida protector (Benlate, Derosal u otros) en la herida dejada por el pedúnculo arrancado, (InfoAgro).

1.3.9. Aceleradores de maduración

Los productos químicos que suministran a las plantas, el etileno en forma exógena, tienen los mismos efectos que el etileno endógeno. En melón fisiológicamente maduro o pintón (25 a 35 días después de la antesis), la utilización de 500 a 1000 ppm de Ethrel (Ethephon) estimula la respiración, al acelerar la ascensión climatérica de la respiración e induce la maduración.

Existen otros productos químicos que producen efectos similares a los del etileno; pero las dosificaciones que deben utilizarse son elevadas o son peligrosos por poseer caracteres explosivos Ej.: Propileno, Carburo etc. (Namesny, 1997).

Cuadro 2: Composición nutricional 100 gramos de parte comestible

COMPUESTO	CANTIDAD	
	CANTALOUPE	HONEY DEW
Calorías	35,00 g	35,00 g
Agua	89,78 g	89,66 g
Carbohidratos	8,36 g	9,18 g
Grasas	0,28 g	0,10 g
Proteínas	0,88 g	0,46 g
Fibra	0,80 g	0,60 g
Cenizas	0,71 g	0,60 g
Calcio	11 mg	6 mg
Potasio	309 mg	271 mg
Fósforo	17 mg	10 mg
Hierro	0,21 mg	0,07 mg
Tiamina	0,036 mg	0,077 mg
Riboflavina	0,021 mg	0,018 mg
Niacina	0,574 mg	0,600 mg
Ácido ascórbico	42,2 mg	24,8 mg

Fuente: USDA.

1.4. Zonas de producción de melón en el Perú

Según el (MINAG), los departamentos que han registrados mayores áreas sembradas de melón son: Lima, Tacna, Arequipa, Piura e Ica.

1.4.1. Capacidad de producción

Los rendimientos son muy variables, dependiendo de la zona de producción, época del año y manejo agronómico, y van desde 15 hasta 25 t/ha.

1.4.2. Principales mercados donde se exporta

Inglaterra, Estados Unidos, Francia, Alemania, Bélgica y Japón, (MINAG).

1.5. Biofertilización con Azotobacter

1.5.1. Definición

La biofertilización consiste en el uso de microorganismos para mejorar la fertilidad del suelo como las bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico y hongos que viven en las raíces de las plantas. Los hongos micorrízicos forman asociaciones simbióticas con las raíces de la mayoría de las plantas, logrando un beneficio mutuo, (Morales, 2005).

La planta mejora sus capacidades para la adquisición de agua y nutrientes a partir del suelo y su nivel de tolerancia a situaciones de estrés

(sobre todo a la sequía); mientras que el hongo obtiene sustratos carbonados procedentes de la fotosíntesis. En ambientes con deficiencia de agua y nutrientes las hifas, externas pueden conducir a un incremento en el crecimiento vegetativo y reproductivo de las especies vegetales (Morales, 2005).

La aplicación práctica de la inoculación de este diazotrófo ha sido positiva, observándose notables incrementos en los rendimientos en diferentes cultivos, principalmente en cereales. Estos resultados obtenidos, especialmente con la inoculación de *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum brasilense*, no deben atribuirse exclusivamente a la ganancia de N₂ por las plantas, ya que estos microorganismos en determinadas condiciones su efecto beneficioso se debe fundamentalmente a la capacidad de solubilizar fosfatos y sintetizar sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, tales como vitaminas y hormonas vegetales que intervienen directamente sobre el desarrollo de las plantas, (González, Y., & Carmen, 1992).

Las bacterias del género *azotobacter* muestran la doble función de fijar el nitrógeno atmosférico y producir sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal. Se calcula que estas bacterias pueden fijar 40 kg de N/ha, lo que equivale a 200 kg de sulfato de amonio, aunque parte de este es lixiviado por el agua de lluvia y pasa al subsuelo, (Morales, 2005).

Las cepas (variedades) de microorganismos que se pueden encontrar como biofertilizantes comerciales son los siguientes:

Entre los fijadores de nitrógeno atmosférico se destacan *Rhizobium spp.* y *Azotobacter spp.*, este último además productor de sustancias estimuladoras del crecimiento. Se desarrolla una tecnología para la producción de *Azospirillum spp.* para uso en caña de azúcar, arroz, pastos y otros cultivos. Se cuenta con una tecnología para la producción y el uso de compost a partir de desechos agrícolas cañeros y otros. Se producen micorrizas para optimizar la extracción de nutrientes del suelo, (Martins & B., 1997).

Según (González, Y., & Carmen, 1992), la producción de estas sustancias por *Azotobacter*, se ve influenciada por el estado fisiológico de la bacteria y por la edad de los cultivos, habiéndose demostrado que la presencia de nitrógeno combinado modifica la producción de auxinas y giberelinas. Concretamente la presencia de nitrato inhibe la liberación de auxinas, mientras que en sentido contrario incrementa la producción de giberelinas.

La adición de exudados radicales de ciertos cereales colonizados por *Azotobacter*, determinan aumentos significativos en la producción de auxinas, giberelinas y citoquininas, siendo este efecto más evidente cuando los exudados se obtienen de plantas de más de 30 días de crecimiento.

También se conocen microorganismos de vida libre que fijan nitrógeno atmosférico como *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Rhodospirillum*, *Nostoc* y *Anabaena*; conocidos estos dos últimos como algas verdeazules.

1.5.2. Beneficios y aspectos importantes de los biofertilizantes

1.5.2.1. Beneficiosos para las plantas y suelo:

- Promueve la salud de las plantas
- Mejora de la estructura del suelo.
- Baratos y sencillos.
- Fortalecedor del metabolismo de la planta, incrementando crecimiento y favoreciendo su desarrollo.
- Corrige deficiencias en micronutrientes.
- Estimula la vida del suelo.
- Estimulan la creatividad y los saberes del agricultor, (Martínez & Viera, 2000).

1.5.2.2. Desde la perspectiva del rendimiento, los biofertilizantes

- Incremento en el número de plántulas que emergen.
- Acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días.
- Aumento en los procesos de floración fructificación.
- Incremento entre 5 y 20% del rendimiento.
- Obtención de frutos con mayor calidad comercial (aspecto y tamaño), (Martínez & Viera, 2000).

(Peña & Torres, 1992), señalan que el uso de biofertilizantes por su parte, presenta la ventaja de que éstos originan procesos rápidos, consumen poca energía y no contaminan el medio ambiente. Esta biotecnología además de incrementar la fertilidad del suelo, favorece el antagonismo y el control biológico de organismos fitopatógenos.

1.6. Biofertilizantes de última generación

En general, se puede decir que el funcionamiento de un ecosistema edáfico depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo, dado que los microorganismos protagonizan diversas acciones que producen beneficios para las plantas a las que se asocian, (Gutiérrez, Dreyer, Torrente, & Honrubi, 2002).

Entre otras acciones, los microorganismos beneficiosos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas que favorecen el enraizamiento, protegen a la planta frente a patógenos, descomponen sustancias tóxicas y mejoran la estructura del suelo, (Martins & B., 1997).

En el cultivo del melón, la producción de las plantas micorrizadas aumentó en un 36% respecto a las no micorrizadas, el ahorro de la fertilización fosfórica fue del 100%, el de la fertilización nitrogenada y potásica del 20%, el de agua un 25% y una reducción del funguicida al 100%, (RAAA., 1999).

1.7. Antecedentes

1.7.1. Trabajos de investigación con *Azotobacter chroococcum*

Varios son los cultivos en los cuales la aplicación de *Azotobacter chroococcum* como biofertilizante ha resultado satisfactoriamente positiva que a continuación se detallan:

- (Condori, 2003), determinó el efecto de *Azotobacter chroococcum* nativo y de *Azotobacter chroococcum* comercial Azotolam en el desarrollo del cultivo de *Allium cepa* L. (cebolla amarilla dulce) en al Yarada – Tacna donde obtuvo como conclusiones que la inoculación de *Azotobacter* influyó en la altura de planta, longitud radicular, diámetro y peso fresco del bulbo y que se obtuvo como resultado en todos los parámetros un

incremento de 70.9 % y 41.7 % en relación al tratamiento testigo sin inocular.

- (Tarigo, Repetto, & Acosta, 2004) reportan en refertilización de lechuga a campo, comparan los efectos de biofertilizantes caseros y de recetas de productores con otros biofertilizantes comerciales y con tratamientos convencionales (Úrea). Las conclusiones expresan que los biofertilizantes han tenido rendimientos parecidos a aquellos encontrados con tratamientos convencionales y con menor presencia de nitratos en hoja y ningún impacto medio-ambiental. Algunas experiencias con inoculación (siembra) de pseudomonas (bacterias que viven en la zona cercana a la raíz) en maíz efectuadas en la localidad de Pergamino, Argentina, afirman haber encontrado diferencias de hasta 700 kg/ha con respecto a los testigos (cultivos sin aplicaciones)
- (Padilla, Sánchez, Troncoso, Sánchez, & Esqueda, 2003) evaluaron la aplicación de cuatro tratamientos, tres biofertilizantes: Probiótico 1, Probiótico 2, Probiótico 3 y el testigo. Se analizó el efecto de los biofertilizantes sobre los hongos filamentosos y micorrízicos asociados al cultivo, los factores químicos del suelo, rendimiento, calidad y vida de anaquel de melón. El peso, diámetro y número de frutos no mostró

variaciones inherentes a la aplicación de los biofertilizantes. Los factores de calidad evaluados al momento de la cosecha y durante ocho días de vida postcosecha del fruto: firmeza, pérdida de peso, sólidos solubles totales, acidez titulable y pH, tuvieron un comportamiento similar al testigo.

- (Bacilio Jiménez, 2001) estudió el efecto de la inoculación con *Azotobacter chroococcum* en la germinación y la altura de las plántulas en dos leguminosas: *Centrosema pubescens* cv. CIAT-423 y *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250 y en dos gramíneas: *Cenchrus ciliaris* cv. Biloela y *Panicum maximum* cv. Likoni. El inóculo de *azotobacter* fue añadido diluyendo 1:40 (v/v) el caldo de cultivo con concentración superior a 10 1UFC/ml en agua. *C. pubescens* y *L. leucocephala* no mostraron marcados efectos en el incremento de la germinación al ser inoculados, aunque existió cierta tendencia a aumentar con respecto al tratamiento no inoculado; se produjeron incrementos de 3,7 y 2,2% respectivamente a los 28 días después de la siembra y un ligero aumento en la altura de las plántulas.
- (Morales, 2005) utilizó concentraciones de *azotobacter* de 10%, 20%, 30%, 40% y 50%, en cultivo de tomate incluyendo el testigo sin

aplicación en cultivo de tomate de manera general, se obtuvieron incrementos significativos de la masa seca promedio de la planta (76,8 y 104,9%); de la masa seca de los frutos por planta (212,83 y 260,53%), de la masa seca de la parte aérea (81,79 y 110,78%) y la altura promedio de la planta (13,79 y 32,13%).

- (Loayza, 2007) en su trabajo de investigación utilizando cepas de *Azotobacter chroococcum* + nitrógeno combinado con materia en un cultivo de pepinillo obtuvo mayor rendimiento en comparación a los tratamientos sin aplicación de *Azotobacter chroococcum* por lo que la combinación de ambos factores influyó en forma superior por su acción estimuladora.
- (Montesinos, 2008) realizó su estudio utilizando cepas de *Azotobacter chroococcum* y niveles crecientes de nitrógeno en la variedad de tomate Río grande mejorado, los resultados señalaron que las dosis de *Azotobacter chroococcum* + nitrógeno lograron mayor influencia sobre las variables rendimiento, peso del fruto, número de frutos, número de racimos, a diferencia de los tratamientos sin aplicación de *azotobacter* obtuvieron valores inferiores.

- (Martínez L. , 2008) en su trabajo de investigación en cultivo de paprika, utilizó cepas de *Azotobacter chroococcum* combinada con niveles crecientes de nitrógeno y sin aplicación de *Azotobacter* los mejores resultados en las variables de estudio peso seco, peso fresco, número de frutos, y altura de planta lo obtuvo con la aplicación de *Azotobacter* + niveles crecientes de nitrógeno habiéndose demostrado que la presencia de nitrógeno combinado modifica la producción de auxinas y giberelinas.

1.7.2. Investigación con biofertilización en melón

- (Padilla, Sánchez, Troncoso, Sánchez, & Esqueda, 2003) "Efecto de biofertilizantes en cultivo de melón acolchado con polietileno (2006)". En el presente estudio se evaluó el efecto de biofertilizantes en un cultivo de melón (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* cv. *ovacion*) acolchado con polietileno negro calibre 100 mm. El trabajo se realizó en la Costa de Hermosillo, Sonora, durante el ciclo primavera verano del año 2000. Se aplicaron cuatro tratamientos, tres biofertilizantes: Probiótico 1, Probiótico 2, Probiótico 3 y el testigo. Se analizó el efecto de los biofertilizantes sobre los hongos filamentosos y micorrízicos asociados al cultivo, los factores químicos del suelo, rendimiento, calidad y vida de anaquel del producto.

De acuerdo con los resultados, los probióticos no modificaron significativamente ($p>0,05$) el contenido de nitratos, fosfatos, potasio, calcio, sodio, pH, conductividad eléctrica, porcentaje de sodio intercambiable ni la relación de absorción de sodio en el suelo. El análisis cuantitativo y cualitativo de los hongos filamentosos presentó cambios significativos ($p<0.05$) en las unidades formadoras de colonias (UFC), incrementándose la cantidad y diversidad de micromicetos al final del ciclo de cultivo. El peso, diámetro y número de frutos no mostró variaciones inherentes a la aplicación de los biofertilizantes.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del campo experimental

La presente tesis se realizó en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

a) Ubicación geográfica

Latitud sur:	17° 59' 38"
Latitud oeste:	70° 14' 22"
Altitud:	508 m.s.n.m.

b) Ubicación política

Región:	Tacna
Provincia:	Tacna
Distrito:	Tacna

c) Cultivos anteriores

Repollo: (año 2004)

Tomate: (año 2005)

Zapallito italiano: (año 2006)

Tomate (año 2007)

Cuadro 3: Análisis físico químico de suelo

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	68,56 %
Limo	19,00 %
Arcilla	12,44 %
Clase textural	Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
pH	6,66
C.E. mmhos/cm a 25°C	1,47
Calcáreo total	0,00
Fósforo disponible	13,22 ppm
Potasio disponible	234,00 ppm
CIC (Meq/100)	15,00 me/100 g
Ca (Meq /100)	9,50 me/100 g
Mg (Meq / 100)	2,66 me/100 g
K (Meq / 100)	0,21 me /100 g
Na (Meq / 100)	0,48 me / 100 g
Materia orgánica	1,76 %

Fuente: Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Ciencias Agrarias Laboratorio de Suelos (2008).

El cuadro del análisis físico químico señala que se trata de un suelo franco arenoso, presenta un pH de 6,66, es considerado neutra, con respecto C.E. 1,47 que según (Fuentes, 1999) es inapreciable (todos los cultivos pueden soportarla). Con respecto al contenido de potasio fue 234,00 ppm, es considerado normal, siendo su capacidad de intercambio catiónico 15 me/100 g, es considerado medio, el contenido de materia orgánica, de 1,76%, es considerado bajo (Rioja, 2002). En lo referente al contenido de Ca, su contenido de 9,50 me/100 g es bajo, el contenido de Mg de 2,66 es considerado alto, el sodio encontrado de 0,48 me/100 g es bajo. En lo referente al contenido de K su contenido de 0,21 me/100 g según se trata de un nivel muy bajo, (Rioja, 2002).

Cuadro 4: Datos meteorológicos de la estación MAP Jorge Basadre Grohmann

SENAMHI TACNA

Meses	T° Máxima promedio °C	T° Mínima promedio °C	H°R %	Presión atmosférica (mb)
Noviembre	20,4	10,3	70	953,2
Diciembre	21,5	11,4	70	950,0
Enero	25,4	11,4	69	950,2
Febrero	26,4	12,3	68	952,7
Marzo	25,6	12,5	70	951,6
Abril	24,8	11,4	74	953,5
Mayo	23,3	11,3	75	954,1

Fuente: SENAMHI – TACNA.

El cuadro 4, muestra los datos meteorológicos; los promedios de temperaturas registradas se encuentran dentro de los rangos de requerimiento del cultivo, donde sus temperaturas son óptimas, las ideales son de 18 a 26 °C (Zapata, Cabrera, Bañon, & Roth, 1989). En lo que respecta a la humedad relativa debe ser del 65-75%, en la floración del 60-70% y en la fructificación del 55-65% (Zapata, Cabrera, Bañon, & Roth, 1989). Los rangos de humedad

relativa están dentro de los valores normales de requerimiento. No está probado que los cambios de presión en condiciones naturales tengan un efecto directo sobre las plantas, (Zapata, Cabrera, Bañon, & Roth, 1989).

2.2. Materiales

2.2.1. Material experimental

Como material experimental se empleó el híbrido de melón Primo Thiram, distribuido por Syngenta, de procedencia alemana sometida a inoculación de diferentes dosis crecientes de *Azotobacter sp* bajo el nombre comercial de Azotolam.

2.2.2. Características del material experimental

2.1.1.1. Híbrido Primo:

- Primo es un híbrido tipo cantaloupe con reticulado intenso sin sutura.
- Presenta cavidad de semilla pequeña, con pulpa color salmón intenso.
- El mejor para el transporte.

- Primo destaca por su precocidad (79 días, inicio de cosecha), calibre (18x19cm), sabor y gran rendimiento. Resistente a mildiu polvoroso y tolera aplicaciones de azufre.
- Es un híbrido caracterizado por su planta de guías vigorosas y su amplia cobertura foliar.
- Melón escrito de muy buen tamaño de fruto y ciclo precoz (70 días), pulpa de color anaranjado oscuro.
- Con alto contenido de azúcar y excelente sabor.
- Su gran peso además de que su firmeza de pulpa y cavidad pequeña lo hacen muy resistente al transporte.
- Presenta tolerancia a Cenicilla Raza 1 y Fusarium Raza 2.
- Su madurez es de 95 a 100 días en regiones con temporadas con noches frescas y en zonas húmedas y de 68 a 70 días en temporadas cálidas y secas.
- El contenido de sólidos solubles (°Brix) promedia de 12 a 13°. Su excelente peso de fruto y su forma redonda lo han hecho una alternativa sobresaliente para productores que comercializan a granel así como empacado tanto para el mercado doméstico como el de exportación.

2.1.1.2. Azotolam

Es un producto ecológico natural preparado en base a cultivo de bacterias del género "Azotobacter" fijadoras de nitrógeno, solubilizan al fósforo mineralizado del suelo. Sus exhubaciones extracelulares inhiben el ataque de enfermedades fungosas de la raíz. Sus principales beneficios son los siguientes:

- Regula el crecimiento y desarrollo vegetal.
- Estimula la germinación y emergencia de las semillas.
- Promueve y acelera el periodo vegetativo, la floración y fructificación aumentando el número de flores y frutos.
- Promueve la formación de frutos, bulbos y tubérculos con mayor peso.
- Incrementa la productividad entre 25% y 30%.
- Ahorra entre 15% y 20% de fertilizantes nitrogenados y fosforados.
- En hortalizas acorta el ciclo vegetativo del cultivo por lo menos en 15 días.
- Es un excelente enraizador de esquejes.

2.2.3. Tratamientos

Los tratamientos sometidos a estudio son los siguientes:

- T0 : Sin inoculante.
- T1 : 1,00 kg/ha.
- T2 : 1,50 kg/ha.
- T3 : 2,00 kg/ha.
- T4 : 2,50 kg/ha.
- T5 : 3,00 kg/ha.

2.3. Métodos

2.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó para analizar las variables de respuesta fue bloques completos al azar con cinco tratamientos correspondientes a las dosis de *Azotolam* y cuatro repeticiones más un testigo para un total de 24 unidades experimentales.

2.3.2. Análisis estadístico

Se utilizó la técnica del análisis de varianza; bajo el modelo básico de bloques completos aleatorios utilizando la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad para determinar el efecto de las distintas dosis de *Azotolam* Para la

comparación de medias se empleó la prueba de significación de Duncan al 95% de confianza.

Asimismo se empleó el análisis de correlación y regresión lineal para establecer la relación que existe entre las variables en estudio, se empleó también el coeficiente de correlación de Pearson R para medir el grado de intensidad de asociación de las variables utilizando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{x})^2 \sum (Y_i - \bar{y})^2}} = \frac{SC(XY)}{\sqrt{SC(X) \cdot SC(Y)}}$$

Asimismo se halló el coeficiente de determinación R² para saber el porcentaje de variación de las variables de respuesta (Y) ocasionada por las distintas dosis de *Azotobacter* (X).

2.3.3. Variables de respuestas evaluadas

Las variables de investigación que se utilizaron para las diferentes mediciones son las siguientes:

a) Longitud de planta

Esta variable se evaluó al momento del inicio de la cosecha, desde la base de la planta, hasta el eje apical central, tomando cinco plantas por tratamiento de cada una de las unidades experimentales.

b) Rendimiento por planta (kg)

Se pesaron diez frutos por unidad experimental tomadas en forma aleatoria, de cada uno de los tratamientos al final del experimento.

c) Peso unitario de frutos (kg)

Se recolectaron diez frutos por unidad experimental tomadas en forma aleatoria de cada tratamiento al momento de la cosecha.

d) Número de frutos por planta

Esta variable se evaluó contando todos los frutos de cada tratamiento de todas las unidades experimentales.

e) Rendimiento (t/ha)

Se determinó basándose en el rendimiento por parcela, la que se transformó a kg / ha de todas las unidades experimentales.

f) Diámetro ecuatorial y polar del fruto (cm)

Se tomaron muestras aleatorias de diez frutos de cada tratamiento, de todas las unidades experimentales con el objeto de medir el diámetro ecuatorial del fruto se utilizó un vernier.

g) Grosor de la cáscara (cm)

Esta variable de estudio se evaluó tomando diez frutos por tratamiento en forma aleatoria con la finalidad de ver la relación placenta cáscara mediante el uso de un vernier.

h) Grados brix (%)

Se evaluó diez frutos de cada tratamiento en forma aleatoria para determinar la cantidad de azúcares reductores, el contenido de sólidos solubles se determinó por medio de un refractómetro marca OPL, regulada a 20°C. Se extrajeron dos trozos de pulpa de igual tamaño y en lados opuestos de cada fruto; estos trozos se presionaron en forma conjunta para obtener el líquido necesario para el análisis; las mediciones se expresaron en grados Brix.

2.3.4. Características del campo experimental

a) Campo experimental

Largo: 50 m
Ancho: 24 m
Área: 1200 m²

b) Bloque experimental

Largo: 12,50 m
Ancho: 24 m
Área: 300 m²
Número de bloques: 4

c) Unidad experimental

Largo: 12,50 m
Ancho: 4 m
Área: 50,0 m²
Número de U.E.: 20

d) D. Otras características:

Número de líneas del campo experimental: 18
Número de líneas por unidad experimental: 5
Separación entre bloques: 1,5

Separación entre líneas: 1,5 m
 Distanciamiento entre plantas: 0,50 m.

Cuadro 5: Distribución de tratamientos en el campo experimental

Block I	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Block II	T ₄	T ₅	T ₁	T ₀	T ₂	T ₃
Block III	T ₅	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₀
Block IV	T ₂	T ₀	T ₅	T ₁	T ₃	T ₄

Fuente: Elaboración Propia.

2.3.5. Manejo del experimento

2.3.5.1. Siembra en almácigo

La siembra en almácigo se realizó el 02 de diciembre del 2008, en diez bandejas (Speedling) utilizando como sustrato humus de lombriz, en dicha siembra se utilizó una semilla para cada orificio a una profundidad de 3 mm.

2.3.5.2. Medición de la parcela experimental

Para la medición del campo experimental se utilizó una wincha de 50 m; y luego se procedió a medir el campo experimental; seguidamente, se colocaron estacas para marcar los hitos de referencia para la separación de bloques y unidades experimentales.

2.3.5.3. Preparación de terreno

Esta etapa se realizó en forma mecánica utilizando arado de discos y ranfla para su nivelado. Se incorporó materia orgánica a razón de 15 t/ha; luego se realizó un riego para acelerar la descomposición de la misma materia.

2.3.5.4. Trasplante

Esta labor se realizó el 18 de diciembre del 2008. Antes de trasplante se procedió a desinfectar las plántulas con Rizolex a una dosis de 15 g/20 L para evitar el ataque de hongos. Para el trasplante se utilizó una plantita por golpe a una profundidad de 3 cm, y la separación entre plantas fue de 0,50 m y entre líneas de 1,5 m inmediatamente realizada esta labor se aplicó abono foliar a base de Vital W a una dosis de 100 ml/20 L + el adherente Superwet a una dosis 5 ml/20 L

2.3.5.5. Inoculación del Azotolam (*Azotobacter chroococcum*)

Para la preparación se descompuso 500 kg de estiércol de vacuno para luego dividirlo en seis partes iguales de las cuales se hizo la inoculación con azotobacter de acuerdo a los tratamientos en estudio, luego se cubrió con plástico durante quince días para favorecer la multiplicación de las bacterias. Antes de la siembra fue removido y oreado en el campo de cultivo.

2.3.5.6. Riego

Luego de delimitar el área experimental se sometió a riegos pesados por las cintas de riego, el campo se mantuvo regando mediante las líneas de goteo en turnos interdiarios durante una semana antes de proceder a realizar la labor de trasplante, posteriormente al trasplante se mantuvo regando cuatro veces a la semana hasta la finalización del experimento.

2.3.5.7. Fertilización

En cuanto a la fertilización se aplicó la siguiente fórmula de: N - 160 P₂O₅ - 200 y el K₂O 100. Durante la etapa de crecimiento y desarrollo en seis oportunidades, se utilizó como fuentes úrea (45 % N), en lo relacionado al superfosfato triple (46 % P₂O₅) y al sulfato de potasio (50 % K₂O) se aplicaron como abono de fondo.

2.3.5.8. Deshierbos

El control de malezas se realizó en forma manual, el primer deshierbo se efectuó el 29 de diciembre de 2008; y luego cada, quince días en las primeras etapas de desarrollo de la planta; y posteriormente, una vez al mes. Entre las principales malezas que se encontraron fueron:

<i>Cyperus rotundus</i>	:	Coquito
<i>Amaranthus hybridus</i>	:	Yuyo
<i>Bidens pilosa</i>	:	Chiriro
<i>Cynodon dactylon</i>	:	Gramma dulce

2.3.5.9. Podas

Al establecer un plan de manejo, resulta interesante la aplicación de una serie de técnicas que permiten alterar el desarrollo natural de la planta, en favor de conseguir una mayor precocidad.

La primera poda se realizó el 16 de enero del 2009, consistió en despuntar los dos o tres brotes principales eliminando su ápice. Cuando se comenzó a detectar los brotes secundarios con esta labor realizada se consiguió un mayor desarrollo de los mismos, que poseen yemas florales fértiles, con la consiguiente anticipación de la producción del orden de 10 a 15 días.

La segunda poda se realizó el 23 de enero del 2009. Esta labor consistió en eliminar las guías secundarias con la finalidad de que desarrollen los brotes terciarios, los cuales producen los frutos de mayor calidad y buen tamaño.

2.3.5.10. Enfermedades y plagas

Durante la etapa de crecimiento se presentó el ataque de mosca blanca, (*Bemisia tabaci*); su control fue oportuno. Se aplicó Rescate a una dosis de 10g/20 L. Estas aplicaciones se realizaron cada semana para evitar el daño.

Se puede detectar la presencia de mosca minadora (*Lyriomiza huidobrensis*) para su control se aplicó Lanmark a una dosis de 20g/20L, asimismo el adherente Superwet a una dosis de 5ml/20L. También se realizaron aplicaciones de Lancer a una dosis de 10ml/20L, las mismas que se realizaron cada semana.

Hubo presencia de una de las plagas más importantes del melón, la *Diaphania nitidalis*, que fue controlada oportunamente.

2.3.5.11. Cosecha

Se realizó el 06 de marzo del 2009. Al momento de la cosecha se dejó una porción pedúnculo al fruto de unos 5 cm para evitar la penetración de patógenos a la pulpa.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 6: Análisis de varianza para longitud de planta de melón híbrido

Primo

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0160	0,005		
Tratamientos	5	0,1440	0,028	2,040	3,290 5,420 ns
Lineal	1	0,1360	0,1360	10,610	2,900 5,560 **
Cuadrático	1	0,0057	0,0057	45,333	4,543 8,863 **
Cúbico	1	0,0021	0,0021	1,900	4,543 8,863 ns
Cuartico	1	8,0e-06	8,0e-06	0,700	4,543 8,863 ns
Error	15	0,040	0,003	0,002	4,543 8,863 ns
Total	23	0,200			CV: 3,026%

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza para la longitud de la planta indica que los bloques no difieren estadísticamente por lo se deduce que fueron uniformes, sin embargo para tratamientos se presentaron diferencias altamente significativas, por lo tanto, tuvieron un comportamiento diferente en lo concerniente la longitud de la planta. La respuesta lineal fue altamente significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 3,026 %, lo cual indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que, por lo tanto, los datos experimentales son confiables.

**Cuadro 7: Prueba de significación de Duncan para longitud de planta (m)
de melón híbrido Primo**

O.M.	Tratamientos	Promedio (m)	Significación α 0,05
1	T ₅ : 3,00 kg/ha	1,91	a
2	T ₄ : 2,50 kg/ha	1,87	a b
3	T ₃ : 2,00 kg/ha	1,84	a b
4	T ₂ : 1,50 kg/ha	1,82	b
5	T ₁ : 1,00 kg/ha	1,76	c
6	T ₀ : 0,00 kg/ha	1,67	c

Fuente: Elaboración Propia.

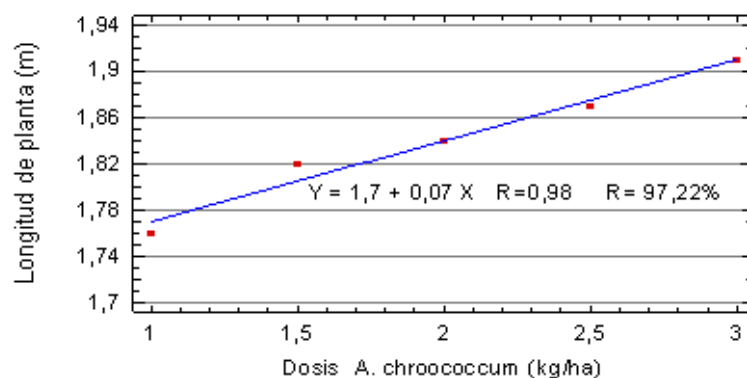
El cuadro 7, de la prueba de significación de Duncan muestran que los tratamientos T₅ (3,00 kg/ha); T₄ (2,50 kg/ha); T₃ (2,00 kg/ha) y T₂ (1,50 kg/ha) con promedios de 1,91; 1,87 y 1,84m fueron los de mejor comportamiento de longitud de planta; por otra parte se observa que los tratamientos que ocasionaron menor efecto fueron los tratamientos T₁ (1,00 kg/ha) y T₀ (0,0 kg/ha) con promedios de 1,76 y 1,67 m

Estos valores son distintos a los reportados, (Zegarra, 2004) en su ensayo utilizando el cultivar de melón Otero sometido a diferentes bioestimulantes, obtuvo promedios que variaron de 1,39 m a 1,54 m de longitud ,sin embargo, (García, Rodríguez, & Lugo, 2006), obtuvo un máximo promedio

con 1,81 m utilizando al híbrido de melón Araucano resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación ubican por encima de los obtenidos por Singh y Chhonkar, el crecimiento de las plantas depende de varios factores como: Luz, Agua, CO₂ y nutrientes mineral (Altieri, 1997).

Por otra parte, (Gherzi, 2010) su ensayo utilizó 8 cultivares de melón, obtuvo el mayor promedio con los cultivar Desert Prince, Voyager con 1,60 y 1,54 m, estos resultados fueron inferiores a los obtenidos en la presente investigación, con este resultado se demuestra que las plantas inoculadas con algún microorganismo estimula su crecimiento y desarrollo, presentan una mayor capacidad para absorber más eficientemente el agua y los nutrientes del suelo a través del estímulo provocado en el sistema radical, que se evidencia en el estado nutricional de las plantas.

Figura 1: Longitud de la planta (cm) del cultivo de melón, híbrido primo en función a las dosis de *Azotobacter chroococcum*



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 1, se observa que los mayores promedios de longitud (m) se obtiene con las mayores concentraciones de *Azotobacter chroococcum*, el coeficiente de correlación de Pearson $R= 0,98$ señala que existe una fuerte correlación positiva perfecta entre las variables del estudio, el coeficiente de determinación (R^2) da a conocer que el 97,22 % de la longitud de la planta es atribuible a las distintas dosis de *Azotobacter chroococcum*.

Cuadro 8: Análisis de varianza para diámetro polar del fruto (cm) de melón híbrido Primo

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,9916	0,3305	1,4055	3,290 5,420 ns
Tratamientos	5	18,1553	3,6310		
Lineal	1	16,128	16,128	15,4388	2,900 5,560 **
Cuadrático	1	0,458	0,458	68,629	4,543 8,863 **
Cúbico	1	0,924	0,924	1,808	4,543 8,863 ns
Cuartico	1	0,206	0,206	3,9285	4,543 8,863 ns
Error	15	3,5278	0,2352	0,8758	4,543 8,863 ns
Total	23	22,6747			CV: 3,219%

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza da a conocer que no existen estadísticas entre los bloques, por lo que se deduce que fueron homogéneos, asimismo se observa que para tratamientos se encontraron diferencias estadística altamente significativas; por lo tanto, tuvieron efectos diferentes en cuanto diámetro polar,

la respuesta lineal fue altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de azotobacter el diámetro polar se incrementa. El coeficiente de variabilidad fue de 3,219 %, lo cual está indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que, por lo tanto, los datos experimentales son confiables.

Para comprobar las verdaderas diferencias entre los promedios de tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 9: Prueba de significación de Duncan para el diámetro polar del fruto de melón híbrido Primo

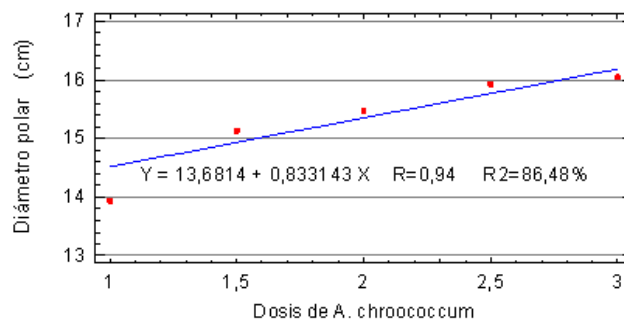
O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación α 0,05
1	T ₄ : 2,50 kg/ha	16,05	a
2	T ₅ : 3,00 kg/ha	15,93	a
3	T ₃ : 2,00 kg/ha	15,48	a b
4	T ₂ : 1,50 kg/ha	15,13	b
5	T ₁ : 1,00 kg/ha	13,93	c
6	T ₀ : 0,00 kg/ha	13,90	c

Fuente: Elaboración Propia.

El cuadro 9, de la prueba de significación de Duncan señala que los mejores promedios de diámetro polar del fruto lo obtuvieron los tratamientos T4 (2,50 kg/ha); T5 (T5: 3,00 kg/ha) y T3 (2,00 kg/ha) con promedios de 16,05; 15,93 y 15,48 cm respectivamente, por otra parte se observan que los tratamientos que ocasionaron menor efecto fueron los tratamientos T0 y T1 (1,00 kg/ha) con promedios de 13,93 y 13,90 cm respectivamente.

Estos resultados son distintos a los reportados por, (Gherzi, 2010) en su ensayo utilizando cultivares de melón, obtuvo los mayores promedios con los cultivares: Voyager; Otero y Desert Princess con promedios de 13,49; 13,29 y 12,83 cm, la respuesta de los tratamientos con mayor dosis de azotobacter incrementó el diámetro polar siendo superiores al testigo, por lo que según se ha comprobado por un gran número de autores, que las plantas sometidas a la bacterización con Azotobacter aumentan su área foliar, la tasa fotosintética y su productividad, (Martínez & Viera, 2000).

Figura 2: Diámetro polar (cm) del cultivo de melón, híbrido primo en función a las dosis de *Azotobacter chroococcum*



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico 2, muestra que los mayores promedios de diámetro polar se obtuvieron con las mayores dosis de *Azotobacter chroococcum*, el coeficiente de correlación de Pearson $R = 0,94$ señala que existe una fuerte correlación positiva y perfecta entre las variables del estudio. El coeficiente de determinación (R^2) da a conocer que el 86,48% de la del diámetro es atribuible a las distintas dosis de *Azotobacter chroococcum*.

Cuadro 10: Análisis de varianza para diámetro ecuatorial (cm) del fruto de melón híbrido Primo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01	
Bloques	3	0,9704	0,3234	2,2807	3,290	5,420 ns
Tratamientos	5	3,1474	0,6295	4,4387	2,900	5,560 *
Lineal	1	2,2500	2,2500	15,867	4,543	8,863 **
Cuadrático	1	0,0003	0,0003	0,0021	4,543	8,863 ns
Cubico	1	0,0016	0,0016	0,0112	4,543	8,863 ns
Cuartico	1	0,5570	0,5570	3,9280	4,543	8,863 ns
Error	15					
		2,1272	0,1418			
Total	23	6,2450			CV: 2,772%	

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza da a conocer que no existen estadísticas entre los bloques, por lo que se deduce que fueron homogéneos. Asimismo se observa que para tratamientos se encontraron diferencias estadística significativas; por lo tanto, tuvieron efectos diferentes la respuesta lineal fue altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de azotobacter el diámetro ecuatorial se incrementa. El coeficiente de variabilidad fue de 2,772 % lo cual indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que por lo tanto los datos experimentales son confiables.

Para comprobar las verdaderas diferencias entre los promedios de tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 11: Prueba de significación de Duncan para el diámetro ecuatorial (cm) del fruto de melón híbrido Primo

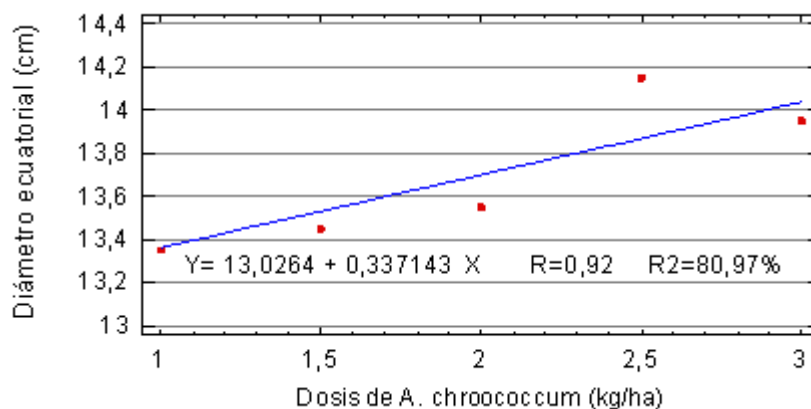
O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación α 0,05
1	T ₄ : 2,50 kg/ha	14,15	a
2	T ₅ : 3,00 kg/ha	13,95	a b
3	T ₃ : 2,00 kg/ha	13,55	b c
4	T ₂ : 1,50 kg/ha	13,45	b c
5	T ₁ : 1,00 kg/ha	13,35	b c
6	T ₀ : 0,00 kg/ha	13,08	c

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la prueba de significación de Duncan manifiestan que los tratamientos que tuvieron una mejor respuesta en el diámetro ecuatorial fueron los T4 (2,50 kg/ha) y T5 (3,00 kg/ha), con promedios de 14,15 y 13,95 cm respectivamente, los tratamientos de menor efecto fueron tratamientos T1 (1,00 kg/ha) y el testigo T0 con promedios de 13,35 y 13,08 cm, estos resultados difieren de los obtenidos (Ghersí, 2010) en su evaluación de cultivares de melón,

donde obtuvo sus mayores promedios con los de Otero; SXM 7208 con 11,37 y 11,78 cm inferiores a los obtenidos en la presente investigación. Los promedios obtenidos altos de diámetro polar y ecuatorial corresponden a las dosis más elevadas de *Azotobacter* lo que puede atribuirse a la presencia de sustancias estimuladoras de crecimiento que influyen directamente en el desarrollo de las plantas.

Figura 3: Diámetro ecuatorial (cm) del cultivo de melón, híbrido primo en función a las dosis de *Azotobacter chroococcum*



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico 3, muestra que los mayores promedios de diámetro ecuatorial se obtuvieron con las mayores dosis de *Azotobacter chroococcum*, el coeficiente de correlación de Pearson $R = 0,92$ señala que existe una fuerte correlación positiva perfecta entre las variables del estudio, el coeficiente de determinación

(R2) da a conocer que el 80,97 % de la del diámetro es atribuible a las distintas dosis de *Azotobacter chroococcum*.

Cuadro 12: Análisis de varianza para número de frutos por planta de melón híbrido Primo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0416	0,0138	0,6251	3,290 5,420 ns
Tratamientos	5	0,0833	0,0166	0,7501	2,900 5,560 ns
Error	15	0,3333	0,0222		
Total	23	0,4582			CV: 3,766%

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado del análisis de varianza de número de frutos por planta da a conocer que no existen estadísticas entre los bloques; por lo que se deduce que fueron uniformes. Lo mismo sucede para los tratamientos, es decir no hubo diferencias estadísticas. Estos resultados nos señalan que las distintas dosis *Azotobacter chroococcum* no incrementan el número de frutos por planta en el cultivo de melón. El coeficiente de variabilidad fue de 3,766 %, lo cual indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que por lo tanto los datos son confiables. Se obtuvo en la presente investigación cuatro

frutos en promedio por planta, valores superiores a los mencionados, (Roman & Guitierrez, 1998) que reportaron promedios de 2,3 a 3,4 frutos de los cultivares de melón Edisto y Honey Dew ,asimismo, superior a lo encontrado, (Zegarra, 2004) quien logró un promedio de 2,31 de frutos por planta con la variedad comercial de melón Otero sometida a 4 distintos bioestimulantes comerciales en el C.E.A III “Los Pichones”, por otra parte, (Gherzi, 2010) en su ensayo utilizando cultivares de melón obtuvo mayores promedios con los cultivares Otero y Desert Gold con promedios de 3,1 y 2,8 inferiores a los obtenidos en la presente investigación. En este sentido Knavel señala que el número de frutos es una condición varietal y que generalmente está correlacionado con las variaciones en la densidad de plantas por hectárea.

Cuadro 13: Análisis de varianza para peso del fruto (kg) de melón híbrido Primo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0259	0,0086	2,0601	3,290 5,420 ns
Tratamientos	5	0,3772	0,0754	17,9682	2,900 5,560 **
Lineal	1	0,0600	0,0600	14,634	4,543 8,863 **
Cuadrático	1	0,0148	0,0148	3,609	4,543 8,863 ns
Cubico	1	0,0439	0,0439	10,707	4,543 8,863 ns
Cuartico	1	0,0006	0,0006	0,1463	4,543 8,863 ns
Error	15	0,0629	0,0041		
Total	23	0,4660			CV: 4,290%

Fuente: Elaboración Propia.

El cuadro del análisis de varianza de peso de fruto, da a conocer que no existen estadísticas entre los bloques, por lo que deducimos que fueron uniformes, además se observa que para tratamientos se encontraron diferencias estadística altamente significativas por lo tanto tuvieron efectos diferentes las dosis en cuanto al peso de frutos la respuesta lineal fue altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de *Azotobacter* el peso se incrementa.

El coeficiente de variabilidad fue de 4,290 % lo cual indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que por lo tanto los datos experimentales son confiables.

Para comprobar las verdaderas diferencias entre los promedios de tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 14: Prueba de significación de Duncan para el peso de fruto (kg) de melón híbrido Primo

O.M.	Tratamientos	Promedio (kg)	Significación α 0,05
1	T ₄ : 2,50 kg/ha	1,676	a
2	T ₅ : 3,00 kg/ha	1,605	a
3	T ₃ : 2,00 kg/ha	1,605	a
4	T ₂ : 1,50 kg/ha	1,460	b
5	T ₁ : 1,00 kg/ha	1,372	b c
6	T ₀ : 0,00 kg/ha	1,345	c

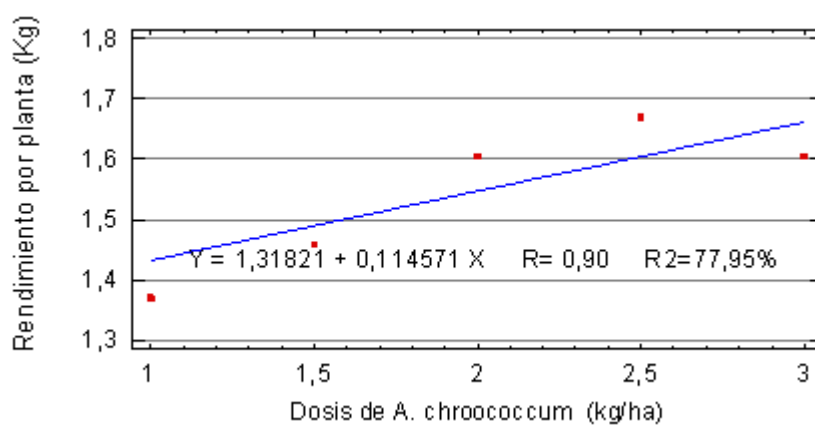
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la prueba de significación de Duncan del peso del fruto manifiestan que los tratamientos que lograron mayor promedio fueron los tratamientos T₄ (2,50 kg/ha) T₅ (3,00 kg/ha) y T₃ (2,00 kg/ha) con promedios de 1,676; 1,605 kg respectivamente, los tratamientos de menor efecto fueron el T₁ (1,00 kg/ha) y el testigo T₀ con promedios de 1,372 y 1,345 kg respectivamente. (Laínez & Krarup, 2008) observaron en sus resultados con dos cultivares de melón reticulados los pesos promedios de 1,010 kg de fruto y para el cv. Emerald de 1,120 kg para el cv. Glamour estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación, por otra parte (Ghersí, 2010), obtuvo

pesos con los tratamientos Mainpak, Otero y Desert Gold y Voyager, lo que presentaron los mayores promedios, con 2,01; 1,95 y 1,72, siendo superiores a los valores obtenidos en la presente investigación. Al respecto (Namesny, 1997) el peso de los frutos depende de la variedad.

Los resultados obtenidos en este trabajo están en correspondencia con los reportados por, (Steinberga, 1996), quien coincide en señalar que la inoculación del suelo con *Azotobacter* mejora notablemente el crecimiento y el desarrollo de las plantas, lo cual pudiera estar relacionado con su efecto biofertilizante y con la capacidad de esta bacteria para sintetizar determinadas sustancias.

Figura 4: Peso del fruto (kg) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de *Azotobacter chroococcum*



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico 4, muestra que los mayores promedios del peso del fruto (kg) se obtuvieron con las mayores dosis de *Azotobacter chroococcum*, el coeficiente de correlación de Pearson $R= 0,90$ señala que existe una fuerte correlación positiva perfecta entre las variables del estudio, el coeficiente de determinación (R^2) nos da a conocer que el 77,95% de la del peso del fruto es atribuible a las distintas dosis de *Azotobacter chroococcum*.

Cuadro 15: Análisis de varianza para grados brix (%) del fruto de melón híbrido

Primo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,564	0,188	0,990	3,290	5,420	ns
Tratamientos	5	9,149	1,829	9,629	2,900	5,560	**
Lineal	1	8,436	8,436	44,400	4,543	8,863	**
Cuadrático	1	0,142	0,142	0,7473	4,543	8,863	ns
Cúbico	1	0,445	0,445	2,3421	4,543	8,863	ns
Cuartico	1	0,086	0,086	0,4526	4,543	8,863	ns
Error	15	2,850	0,190				
Total	23	12,563			CV: 3,625%		

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza señala que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, por lo que deducimos que fueron homogéneos, asimismo se observa que para tratamientos se encontraron diferencias estadística altamente

significativas es decir que al menos uno de los tratamientos tiene mayor grados Brix, la respuesta lineal fue altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de azotobacter los grados Brix se incrementa. El coeficiente de variabilidad fue de 3,625 %; lo cual indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que, por lo tanto, los datos experimentales son confiables. Para comprobar las verdaderas diferencias entre los promedios de tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 16: Prueba de significación de Duncan para el porcentaje de grados Brix del fruto de melón híbrido Primo

O.M.	Tratamientos	Promedio (%)	Significación α 0,05
1	T ₅ : 3,00 kg/ha	12,85	a
2	T ₄ : 2,50 kg/ha	12,75	a
3	T ₃ : 2,00 kg/ha	12,23	a
4	T ₂ : 1,50 kg/ha	11,55	b
5	T ₁ : 1,00 kg/ha	11,43	b
6	T ₀ : 0,00 kg/ha	11,35	b

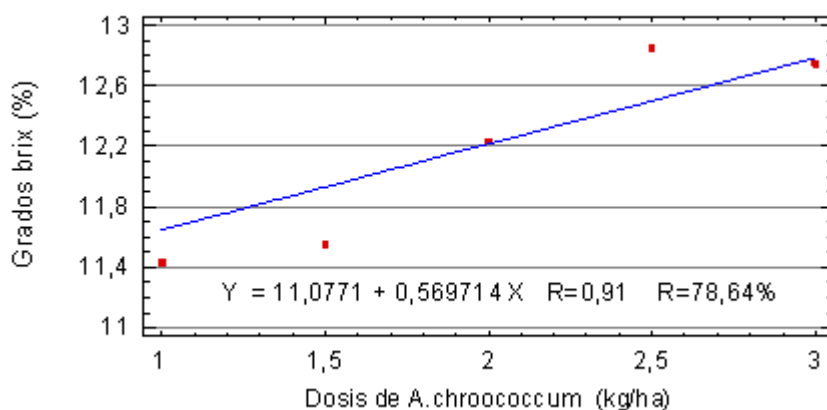
Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 16, de la prueba de significación de Duncan se observa que el mayor incremento de grados Brix lo obtuvieron los tratamientos T5 (3,00 kg/ha), T4 (2,5 kg/ha) y T3 (2,00 kg/ha) con promedios de 12,85, 12,75 y 12,23% respectivamente, siendo significativamente superiores al resto, los tratamientos de menor contenido fueron el: T2 (1,5 kg/ha) T1 (1,0 kg/ha) y el testigo T0 con promedios de 11,55; 11,43 y 11,35 % respectivamente.

Valores distintos encontraron con dos cultivares de melón en el contenido de grados Brix entre 9,7 y 11,0% para el cv. Emerald y entre 10,2 y 12,4% para el cv. Glamour si bien estos valores resultan medios a altos al compararlos con los valores habituales que se obtienen con otros melones reticulados (Krarup & González, 2005), están lejos de los 13 a 14% citados como mínimos para este tipo de melones. La preferencia por estos melones se debe a sus características organolépticas. La mayoría tiene pulpa atractiva de color salmón, indicador de un alto contenido del antioxidante β -caroteno.

Por otro lado, (Zegarra, 2004) obtuvo valores menores con rangos de 11,25 a 11,88 % de grados Brix con la variedad comercial Otero en el C.E.A. "Los Pichones", es decir, que el híbrido Primo según los resultados es de mayor calidad comercial.

Figura 5: Grados brix (%) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de *Azotobacter chroococcum*



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico 5, muestra que los mayores promedios de porcentajes de grados brix se obtuvieron con las mayores dosis de *Azotobacter chroococcum*, el coeficiente de correlación de Pearson $R = 0,91$ señala que existe una fuerte correlación positiva perfecta entre las variables en estudio, el coeficiente de determinación (R^2) da a conocer que el 78,64 % del diámetro es atribuible a las distintas dosis de *Azotobacter chroococcum*.

Cuadro 17: Análisis de varianza para grosor de la cáscara (cm) del fruto de melón híbrido Primo

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,00098	0,00032	2,4981	3,290 5,420 ns
Tratamientos	5	0,00103	0,00020	1,5755	2,900 5,560 ns
Error	15	0,00196	0,00013		
Total	23	0,00397			CV: 3,626%

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza de los resultados de grosor de la cáscara da conocer que no existen estadísticas entre los bloques, es decir que los bloques fueron homogéneos, asimismo se observa que para tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas; por lo tanto, tuvieron efectos iguales en cuanto al grosor de la cáscara del fruto. El coeficiente de variabilidad fue de 3,626 %, la cual indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que, por lo tanto, los datos experimentales son confiables.

Cuadro 18: Análisis de varianza para rendimiento por planta (kg) del melón híbrido

Primo

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,2725	0,0908	1,2359	3,290 5,420 ns
Tratamientos	5	6,4716	1,2943	17,610	2,900 5,560 **
Lineal	1	5,2860	5,2860	75,5142	4,543 8,863 **
Cuadrático	1	0,1020	0,1020	1,3896	4,543 8,863 ns
Cúbico	1	0,9090	0,9090	12,384	4,543 8,863 **
Cuartico	1	0,0603	0,0603	0,8215	4,543 8,863 ns
Error	15	1,1025	0,0734		
Total	23	7,8466			CV: 4,511%

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza da a conocer que no existen estadísticas entre los bloques, por lo que se deduce que fueron homogéneos, asimismo se observa que para tratamientos existe diferencias estadística altamente significativas, por lo tanto, tuvieron efectos diferentes en el rendimiento por planta, la respuesta lineal fue altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de *Azotobacter* el rendimiento se eleva. El coeficiente de variabilidad fue de 4,511%, lo cual indica que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que, por lo tanto, los datos experimentales son confiables.

Para comprobar las verdaderas diferencias entre los promedios de tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan.

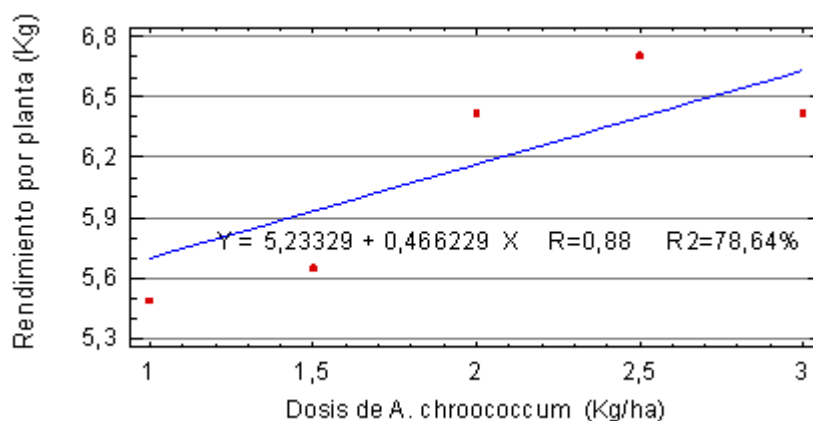
**Cuadro 19: Prueba de significación de Duncan para el rendimiento por planta (kg)
de melón híbrido Primo**

O.M.	Tratamientos	Promedio (kg)	Significación α 0,05
1	T ₄ : 2,50 kg/ha	6,705	a
2	T ₅ : 3,00 kg/ha	6,420	a
3	T ₃ : 2,00 kg/ha	6,420	a
4	T ₂ : 1,50 kg/ha	5,647	b
5	T ₁ : 1,00 kg/ha	5,490	b
6	T ₀ : 0,00 kg/ha	5,380	b

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 19, de la prueba de significación de Duncan de rendimiento por planta se puede observar que los tratamientos que alcanzaron los mayores promedios fueron los tratamientos T4 (2,50 kg/ha); T5(3,00 kg/ha) y T3 (2,00 kg/ha) con promedios de 6,705; 6,420 y 6,420 kg respectivamente, los tratamientos de menor promedios fueron tratamientos T2 (1,5 kg/ha); T1 (1,00 kg/ha) y el testigo T0; con promedios de 5,647; 5,49 y 5,38 kg.

Figura 6: Rendimiento por planta (kg) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de *Azotobacter chroococcum*



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico 06, muestra que los mayores promedios del rendimiento de frutos (kg/planta) se obtuvieron con las mayores dosis de *Azotobacter chroococcum*, el coeficiente de correlación de Pearson $R = 0,88$ señala que existe una fuerte correlación positiva perfecta entre las variables del estudio, el coeficiente de determinación (R^2) da a conocer que el 78,64% del rendimiento es atribuible a las distintas dosis de *Azotobacter chroococcum*.

Cuadro 20: Análisis de varianza para rendimiento (t/ha) del melón híbrido Primo

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular		
					0,05	0,01	
Bloques	3	9,814	3,2713	1,240	3,290	5,420	ns
Tratamientos	5	232,982	46,5964	17,610	2,900	5,560	**
Lineal	1	190,278	190,278	65,465	4,543	8,863	**
Cuadrático	1	3,679	3,679	1,2673	4,543	8,863	ns
Cubico	1	32,717	32,717	11,270	4,543	8,863	**
Cuartico	1	2,173	2,173	0,7485	4,543	8,863	ns
Error	15	39,6851	2,9030				
Total	23	282,481			CV: 4,724%		

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza da a conocer que no existen estadísticas entre los bloques, por lo que se deduce que fueron homogéneos, asimismo se observa que para los tratamientos existen diferencias estadística altamente significativas, por lo tanto, tuvieron efectos diferentes en cuanto al rendimiento del fruto, la respuesta lineal fue altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de *Azotobacter* el rendimiento se incrementa.

El coeficiente de variabilidad fue de 4,724 % está indicando que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y que por lo tanto los datos experimentales son confiables.

Para comprobar las verdaderas diferencias entre los promedios de tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 21: Prueba de significación de Duncan para el rendimiento (t/ha) de melón híbrido Primo

O.M.	Tratamientos	Promedio (t/ha)	Significación α 0,05
1	T ₄ : 2,50 kg/ha	40,23	a
2	T ₅ : 3,00 kg/ha	38,52	a
3	T ₃ : 2,00 kg/ha	38,52	a
4	T ₂ : 1,50 kg/ha	33,89	b
5	T ₁ : 1,00 kg/ha	32,94	b
6	T ₀ : 0,00 kg/ha	32,28	b

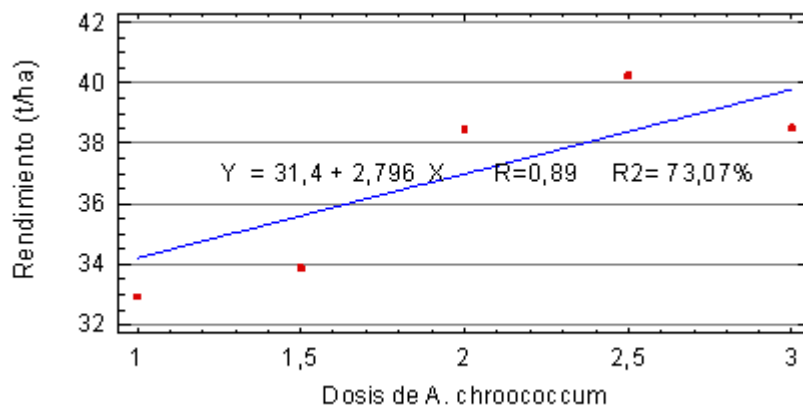
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en el cuadro 21, en la prueba de significación de Duncan de rendimiento demuestran la alta respuesta del cultivo de melón a la aplicación del *Azotobacter chroococcum* en el suelo empleado, lográndose incrementos significativos se puede observar que los tratamientos que alcanzaron los mayores promedios fueron los tratamientos T4 (2,50 kg/ha); T5 (3,00kg/ha) y T3 (2,00kg/ha) con promedios de 40,23 y 38,52t/ha

respectivamente, los tratamientos de menor rendimiento fueron: T2 (1,50 kg/ha); T1 (1,00kg/ha) y el testigo con promedios de 33,89; 32,94 y 32,28 t/ha respectivamente.

(García, Rodríguez, & Lugo, 2006) utilizaron cuatro híbridos de melón Araucano, Caballo de Hierro, Híbrido 642 y Packstar, El mayor rendimiento de las plantas al momento de la cosecha se obtuvo para el híbrido Packstar con 36,759 t/ha. Por otra parte, (Maldonado, 1993) en sus resultados de rendimiento, utilizando variedades de melón: Durango, Edisto y Edisto – 47 obtuvo promedios de 42,90 a 42,67 y 40,94 t/ha; los cuales han superado a los cultivares utilizados, sin embargo, (Zegarra, 2004) logró en su ensayo con el cultivar de melón Otero rendimientos que variaron de 40,22 a 48,32 (t/ha) superiores a los de la presente investigación esto se deben posiblemente al efecto de los distintos bioestimulantes empleados en su experimento, sin embargo (Gherzi, 2010) utilizando cultivares de melón, obtuvo promedios de rendimiento con los cultivares Voyager); Otero y Desert Princes con 38,01; 36,84; 36,80t/ha, coincidiendo con los obtenidos en la presente investigación.

Figura 7: Rendimiento (t/ha) del cultivo de melón, híbrido primo en función las dosis de *Azotobacter chroococcum*



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico 7, muestra que los mayores promedios del rendimiento (t/ha) se obtuvieron con las mayores dosis de *Azotobacter chroococcum*, el coeficiente de correlación de Pearson $R= 0,89$ señala que existe una fuerte correlación positiva perfecta entre las variables en estudio, el coeficiente de determinación (R^2) da a conocer que el 73,07 % del rendimiento es atribuible a las distintas dosis de *Azotobacter chroococcum*.

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados en el experimento se llego a las siguientes conclusiones:

1. El mayor rendimiento (t/ha) se obtuvo con los tratamientos: T₄ (2,5 kg/ha); T₅ (3,00 kg/ha) y T₃ (2,50 kg/ha) con promedios de 40,2 y 38,52 t/ha respectivamente.
2. Para la variable de peso de frutos por planta (kg) los tratamientos T₄ (2,50 kg/ha); T₅ (3,00 kg/ha) y T₃ (2,00 kg/ha) fueron los de mayor promedios con 6,705; 6,420 kg respectivamente.
3. Los resultados del peso del fruto indican que los tratamientos que lograron mayor promedio fueron los tratamientos T₄ (2,50 kg/ha); T₅ (3,00 kg/ha) y T₃ (2,00 kg/ha) con promedios de 1,676; 1,605 kg respectivamente.
4. En lo que respecta a la variable diámetro ecuatorial del fruto la mejor respuesta de los tratamientos fueron T₄ (2,50 kg/ha); T₅ (3,00 kg/ha) y T₃ (2,00 kg/ha) con promedios de 14,15; 13,95 y 13,55 cm, y para el diámetro polar lograron el mayor efecto los tratamientos: T₄ (2,50 kg/ha) y T₅ (3,00 kg/ha) con promedios de 16,05 y 15,93cm respectivamente.

5. Para la variable grados Brix (Contenido de sólidos solubles) se observaron que el mayor incremento de grados brix lo obtuvieron los tratamientos T5 (3,00 kg/ha) T4 (2,50 kg/ha) y T3 (2,00 kg/ha) con promedios de 12,85, 12,75 y 12,23% siendo significativamente superiores al resto.

6. No se encontraron diferencias estadísticas en el número de frutos por planta entre los tratamientos siendo el promedio general de cuatro frutos por planta.

RECOMENDACIONES

1. Con los resultados obtenidos utilizar dosis de 3,00 kg/ha y 2,50 kg/ha de *Azotobacter chroococcum* que alcanzaron el mayor efecto en el rendimiento del cultivo de melón y asimismo efectuar otros ensayos en cultivos de sandía y zapallo por ser cultivos de importancia en la región Tacna.
2. Repetir el ensayo en una zona altamente productora de melón donde posiblemente las dosis de *Azotobacter* pudiesen reaccionar de forma distinta.
3. Ganar eficiencia en esta tecnología, ya que permite reducir el uso del nitrógeno comercial, conserva el suelo e incrementa la producción, como consecuencia puede brindar mayor ganancia al productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Altieri, M. (1997). *Bases científicas para una agricultura sostenible*.
- Bacilio Jiménez, F. (2001). *Endophytic bacteria in rice seeds inhibit early colonization of roots by Azospirillum brasilense. Soil Biology and Biochemistry*.
- Condori, D. (2003). Efecto de Azotobacter chroococcum nativo y del azotobacter chroococcum comercial Azotolam en el desarrollo del cultivo de Allium cepa L. (cebolla amarilla dulce) en la Yarada – Tacna. *Tesis Biólogo – Microbiólogo, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann . Peru*.
- D., B., H., L., & M., P. (1991). *Enfermedades de las Cucurbitáceas*.
- Fuentes, J. (1999). *Manual Práctico de Manejo del Suelo y de los Fertilizantes*.
- García, J., Rodríguez, Z., & Lugo, J. (2006). Efecto del cultivar y la distancia entre plantas sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del melón. *Universidad de Zulia. Facultad de agronomía*.
- Ghersi, J. (2010). *Rendimiento y calidad comercial de ocho cultivares de melón (Cucumis melo L.) bajo condiciones del valle de Moquegua 2008*.

- González, J., Y., L., & Carmen. (1992). *Biología del Nitrógeno. Interacción Planta-Microorganismo*. Madrid: Rueda.
- Gutiérrez, A., Dreyer, B., Torrente, P., & Honrubi. (2002). *Biofertilizantes de última generación Biofertilizantes de última generación*.
- InfoAgro. (s.f.). Recuperado el 15 de 12 de 2011, de http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm
- Krarup, C., & González, R. (2005). *El novedoso y promisorio melón Galia. Agronomía y Forestal UC (Chile)*.
- Laínez, D., & Krarup, C. (2008). *Caracterización en pre y poscosecha de dos cultivares de melón reticulado del tipo Oriental (Cucumis melo Grupo Cantalupensis)*.
- Loayza, J. (2007). *Efecto de la aplicación de rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas (PGPR) Azotobacter sp con niveles de nitrógeno en el rendimiento del fruto del pepinillo (Cucumis sativus) en el fundo Los Pichones C.E.A. III – Tacna*.
- Maldonado, L. (1993). *Comparativo preliminar de siete variedades de melón (Cucumis melo L.) en el valle de tumbes. Tesis presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo*.
- Maroto, J. (1989). *Horticultura Herbáceas Especies*. Mundi-prensa, España.

- Martínez, & Viera. (2000). *Efecto económico de la aplicación de biofertilizantes a base de Azotobacter en la Agricultura Cubana. En: XVII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. La Habana.*
- Martínez, L. (2008). *Efecto de la aplicación del biofertilizante Azotolam (azotobacter sp.) con niveles crecientes de nitrógeno en el rendimiento del cultivo de ají pprika (Capsicum annum) bajo condiciones del PROTER - Sama Tesis Ing. Agrónomo UNJBG.*
- Martins, M., & B., C. (1997). *A. P. R. de. Morphological and anatomical aspects of fruits of tomato "Angela Gigante"; Submitted to treatments with plant growth regulators.*
- MINAG. (s.f.). *Portal Agrario. Obtenido de <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/l%C3%ADneas-de-cultivos-emergentes/frutas?start=5>*
- Montesinos, W. (2008). *Efecto de la inoculación de Azotobacter chroococcum en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum) Tesis Ing. Agrónomo UNJBG .*
- Morales, J. (2005). *Influencia de diferentes concentraciones de Azotobacter chroococcum sobre algunos parámetros del crecimiento y la productividad del tomate (Lycopersicon esculentum, Mill).*
- Namesny, A. (1997). *Melones.*

- Padilla, E., Sánchez, J., Troncoso, R., Sánchez, A., & Esqueda. (2003). Trabajo de tesis de maestría en el Área de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. *M. Efecto de biofertilizantes en el cultivo de melón acolchado con polietileno.* .
- Peña, S., & Torres, E. (1992). *La biofertilización: alternativa para el desarrollo rural.*
- RAAA. (1999). *Manejo ecológico de suelos. Conceptos experiencias y técnica. Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos.*
- Rioja, M. (2002). *Apuntes de fitotecnia general.* .
- Roman, L., & Guitierrez, M. (1998). *REvaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón.*
- Steinberga, V. (1996). *The effect of azotobacterin on the crop yield and biological activity of soil. In: Proceedings of Second European Nitrogen Fixation Conference Poznan.*
- Tarigo, A., Repetto, C., & Acosta, D. (2004). *Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (Lactuca sativa) a campo.*
- Zapata, M., Cabrera, P., Bañon, S., & Roth, P. (1989). *El melón.*

- Zegarra, E. (2004). *Efecto de bioestimulantes en el rendimiento del melón (Cucumis melo) en el C.E.A. III Los pichones. Tesis Ing. Agrónomo.*