



NIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo a la obtención de título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Evaluación del comportamiento agronómico del maní (*Arachis hypogaea* L.), a la aplicación de fijadores biológicos de nitrógeno en la zona de Babahoyo”.

Autor:

Alexis Oswaldo Pincay Monserrate.

Asesor:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador.

2019



NIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo a la obtención de título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

"Evaluación del comportamiento agronómico del maní (*Arachis  
hypogaea* L.), a la aplicación de fijadores biológicos de nitrógeno en  
la zona de Babahoyo".

Autor:

Alexis Oswaldo Pincay Monserrate.

**APROBADO POR**

Ing. Arg. Carlos Barros Veas, MSc

PRESIDENTE

Ing. Arg. Cristina Maldonado Camposano, MBA

PRIMER VOCAL

Ing. Arg. Yary Ruiz Parrales, MBA

SEGUNDO VOCAL

Las investigaciones, Resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo experimental son exclusiva responsabilidad del autor:

Alexis Pincay

Alexis Oswaldo Pincay Monserrate

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo experimental principalmente a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy por darme salud y confianza para poder cumplir mis objetivos y metas.*

*A mis padres María Leonor Monserrate duarte y Alejandro Pincay Peralta por a verme brindado su apoyo incondicional por sus consejos y darme ánimos cuando los necesite por enseñarme a ser constante en lograr mis objetivos y metas.*

*A mi tía Delia del Carmen Monserrate duarte y a mi abuelita María duarte Montoya que son como mi segunda madre por a verme brindado su apoyo desde mi niñez y estar conmigo en todo momento para lograr cumplir todos mis objetivos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios principalmente por a verme dado sabiduría inteligencia y darme salud para poder cumplir con todas mis metas.*

*Agradezco por la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, y principalmente a mi madre que me ha brindado su confianza en todo momento que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis errores y sintiéndose feliz por mis triunfos.*

*A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haberme instruido dándome valores y principios formándome como profesional.*

*A los docentes Ing. Marlon López por su gran apoyo y motivación para la culminación del trabajo experimental; al Ing. Eduardo Colina por compartir sus conocimientos y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.*

*A mi novia Denise Reyes por su apoyo incondicional por su confianza por brindarme su ayuda darme ánimos para seguir adelante ayudándome a cumplir mis metas.*

*Finalmente, a mis amigos Stelvin Gamarra, Isrrael Cortez, Jeferson Leon, Kerly Díaz y Pilar Arreaga que estuvieron brindándome su apoyo en todo momento ayudándome de una u otra manera, gracias por todo por contar con ustedes hermanos y colegas.*

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo General: .....	3
1.1.2. Objetivo Específicos:.....	3
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Origen del cultivo de maní.....	4
2.2. Taxonomía del maní .....	5
2.3. Crecimiento Vegetativo. ....	6
2.4. Desarrollo Reproductivo.....	6
2.5. Fertilización del maní .....	6
2.6. Biodiversidad del suelo .....	7
2.7. La conexión entre plantas y microorganismos del suelo .....	7
2.8. Biofertilización nitrogenada .....	8
2.9. Los biofertilizantes en la agricultura .....	8
2.10. Fijadores biológicos de nitrógenos. ....	9
2.11. Microorganismos de vida libre bacterias. ....	10
2.12. <i>Azotobacter vinelandii</i> .....	12
2.13. Taxonomía .....	12
2.14. Genero <i>Azotobacter</i> .....	12
2.15. Generalidades del género <i>Azotobacter</i> . ....	12
2.16. Fijación de nitrógeno .....	15
2.17. <i>Azotobacter. Vinelandii</i> fija nitrógeno en aerobiosis .....	15
2.18. Beneficios del <i>azotobacter</i> .....	15
2.19. Generalidades de <i>Azospirillum</i> .....	16
2.20. Especies de <i>Azospirillum</i> .....	16
2.21. Características generales y morfología .....	17
2.22. Hábitat .....	18
2.23. Metabolismo.....	18
2.24. Interacción con la planta .....	19
2.25. Usos.....	20
2.26. Producción del ácido indolacético .....	20
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>

3.1.	Características del sitio experimental.....	21
3.2.	Métodos.....	21
3.3.	Factores a estudiar.....	21
3.4.	Material de siembra.....	22
3.5.	Tratamientos en estudio.....	23
3.6.	Diseño Experimental.....	24
3.6.1.	Análisis de varianza.....	24
3.6.2.	Característica del Área Experimental.....	24
3.7.	Manejo del ensayo.....	25
3.7.1.	Análisis de suelo.....	25
3.7.2.	Preparación de terreno.....	25
3.7.3.	Siembra.....	25
3.7.4.	Riego.....	25
3.7.5.	Fertilización.....	25
3.8.	El Aporque.....	26
3.8.1.	Control fitosanitario.....	26
3.8.2.	Control de malezas.....	26
3.8.3.	Cosecha.....	27
3.9.	Datos a evaluar.....	28
3.9.1.	Altura de planta.....	28
3.9.2.	Días a la floración.....	28
3.9.3.	Número de cápsulas por planta.....	28
3.9.4.	Número de semillas por cápsulas.....	28
3.9.5.	Masa fresca y masa seca de las plantas.....	28
3.9.6.	Longitud de la raíz.....	29
3.9.7.	Longitud de la primera rama central.....	29
3.9.8.	Peso promedio de raíz.....	29
3.9.9.	Peso de 1000 semillas.....	29
3.9.10.	Porcentaje de bacterias analizadas al suelo.....	29
3.9.11.	Rendimiento.....	29
3.9.12.	Análisis económico.....	29
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
4.1.	Altura de planta.....	30
4.2.	Longitud de raíz.....	32
4.3.	Altura de la rama central.....	34

4.4.	Díaz a floración .....	36
4.5.	Peso de raíz fresco .....	37
4.6.	Peso de raíz seco .....	38
4.7.	Peso del área foliar fresco.....	39
4.8.	Peso del área foliar seco.....	40
4.9.	Número de capsulas por planta.....	41
4.10.	Número de semillas por capsulas .....	42
4.11.	Peso de 1000 semillas .....	43
4.12.	Rendimiento.....	44
4.13.	Análisis de resultados: .....	45
4.14.	Análisis Económico .....	46
4.15.	Análisis Microbiológico .....	47
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>VII.</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>50</b>
<b>VIII.</b>	<b>SUMMARY</b> .....	<b>51</b>
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>52</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>56</b>



# I. INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una oleaginosa que provee aceite de excelente calidad por lo que es comercializada a nivel mundial, especialmente en aquellos densamente poblados. El alto contenido de grasas, proteínas, minerales y vitaminas, garantiza un elevado contenido de energía en la dieta humana y animal.

En Ecuador se cultivan 12 000 a 15 000 ha de maní, con una producción estimada de 1500 t. año<sup>-1</sup> obtenidas en las provincias de Loja, Manabí, El Oro y Guayas. Por lo expuesto, es un cultivo que en su mayoría es sembrado por pequeños productores, el cual sirve para generar trabajo e ingresos económicos de la zona<sup>1</sup>

Uno de los factores negativos en la producción de maní es la falta de conocimiento en la incorporación de microorganismos al suelo que pueden ser beneficiosos para mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo, entre ellos las bacterias fijadoras de nitrógeno como *Azotobacter*, *Azospirillum*.

Esta planta por ser leguminosa aportan nutrientes nitrogenados al suelo a través de las bacterias fijadoras de nitrógeno tales como *Azotobacter* y *Azospirillum*, que benefician en el desarrollo de las plantas que la poseen y también aportan otros minerales después de la mineralización de los tejidos de las plantas después de su cosecha e incorporación.

El *Azotobacter* es una bacteria que tiene la capacidad de fijar nitrógeno al suelo va a permitir mejorar la estructura a del suelo y su aireación, por la acción favorable que ejerce sobre los microorganismos del suelo, va a favorecer el desarrollo de los cultivos<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Agro Quimic Z.I: Producción Actual de Maní en Ecuador. Año 2015.

<sup>2</sup> Salud orgánica disponible; Microorganismos (EM) con potencialidad para la producción de biofertilizantes.2010

El *Azospirillum* ejerce efectos benéficos en el crecimiento vegetal en las plantas principalmente en la fijación biológica de nitrógeno, la solubilización de los nutrientes y los cambios morfológicos y fisiológicos de las raíces inoculadas lo que ayuda al aumento de absorción de agua y minerales<sup>3</sup>.

Las fuentes nitrogenadas son en su mayoría formulaciones químicas las cuales son para uso de la agricultura; su aplicación favorece a las plantas para incrementar el desarrollo vegetativo e incrementar el contenido de fotosíntesis en el tejido foliar de la planta y por ende mejorar los rendimientos de los cultivos.

---

<sup>3</sup> Oportunidades del negocio para la agricultura sostenible; Bacterias *Asospirillum* Brasilense y *Azotobacter Chococum* promotoras del crecimiento vegetal.2010

## 1.1. Objetivos.

### 1.1.1. Objetivo General:

“Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.), “INIAP – 381 ROSITA” a la aplicación de *Azotobacter*, *Azospirillum* y niveles de fertilización en la zona de Babahoyo”.

### 1.1.2. Objetivo Específicos:

- Determinar el porcentaje de colonización de *Azotobacter* y *Azospirillum* en el sistema suelo - planta de maní.
- Identificar la dosis apropiada de *Azotobacter*, *Azospirillum* y fertilizante nitrogenado para un mejor crecimiento y producción del cultivo de maní.
- Analizar el costo-beneficio en cada uno de los tratamientos en estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen del cultivo de maní

Sandiga (2011) indica que el maní es originario de Sudamérica. En efecto, fue cultivado por los indígenas durante siglos antes de que los europeos lo encontraran en el año 1500. Los aborígenes peruanos lo utilizaban como moneda, fuente medicinal y símbolo de estatus, además de alimento. *Arachis hypogaea* ha sido cultivada para el aprovechamiento de sus semillas desde hace 8 000 o 7 000 años esta especie pertenece a la familia de las leguminosas, se cultivó por primera vez en la zona andina costeña de Perú. Los incas extendieron su cultivo a otras regiones de Sudamérica y los colonizadores lo hicieron en Europa y el continente africano. En la actualidad su cultivo se ha extendido ampliamente por regiones de Asia y África.

Tejada y Ayala (2019) expresan que en la actualidad en el Ecuador se siembra un año entre 12 000 y 15 000 hectáreas de maní en las provincias de Manabí, Loja, El Oro y un pequeño porcentaje en el Guayas. El promedio nacional varía de 800 a 1 000 kg/ha de maní en cascara, valores que son deficientes, debido principalmente a la ausencia del uso de semillas de calidad, esta actividad es realizada en más del 80 % durante la época lluviosa.

(Cuauco, 2008) manifiesta que el maní es un fruto leguminoso rico en nutrientes, vitaminas minerales, antioxidantes y fitoquímicos. El maní es de hecho rico en 30 nutrientes esenciales para el ser humano. Son una buena fuente de niacina, folato, fibra, vitamina E, magnesio, fósforo, coenzima, resveratrol, grasas saludables y de proteínas.

## 2.2. Taxonomía del maní

Reino: Plantae (rolístico)

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Aeschynomeneae

Género: *Arachis*

Especie: *A. hypogaea*

Flores (2010) indica que las raíces de esta planta son fibrosas y fusiformes, provistas de ensanchamientos o nudos. El tallo es poligonal, sencillo en la parte basal y cambia a redondeado y ramificado en su parte superior en la mayoría de las especies, pero las hay también con tallos completamente redondeados y ramificados desde abajo. La altura varía entre 40 y 60 cm. Las flores son pequeñas, amarillentas y nacen de a pares en las axilas de las hojas sostenidas por un largo pedúnculo casi tan largo como las hojas.

El mismo autor ,menciona que las hojas son uniformemente pinnadas con 2 pares de folíolos; los folíolos son oblongos - ovados u ovo - aovados de 4-8 cm de largo, obtusos, o ligeramente puntiagudos en el ápice, con márgenes completos; las estípulas son lineares puntiagudas, grandes, prominentes, y llegan hasta la base del pecíolo. El fruto es una cápsula oval, oblonga, indehiscente, casi cilíndrica, con dos o tres estrangulaciones, según el número de almendras que contenga. El pericarpio (cáscara) es coriáceo, rugoso y reticulado. Las semillas o granos están recubiertas por una epidermis muy delgada, que puede ser morada, rojiza o rosada, al quitársele aparece la almendra que es de color amarillento y está conformada por dos cotiledones carnosos y gruesos.

### 2.3. Crecimiento Vegetativo.

El maní es una planta de hábito de crecimiento marcadamente indeterminado, donde la floración, formación de clavos (ginóforos), frutos y granos ocurren de manera simultánea y durante un extenso período del ciclo de crecimiento del cultivo Giayetto (2017).

### 2.4. Desarrollo Reproductivo.

Productor (2018) menciona que La floración comienza a las 35 - 40 días después de la siembra en los nudos cercanos al eje de la planta sobre los tallos laterales cotiledonares. Los ovarios, que se convertirán en la semilla dentro de la vaina después de ser fertilizados, están ubicados en la base de la flor. Las células ubicadas inmediatamente debajo de los ovarios comienzan a alargarse y forman el ginoforo, o “clavo”. El clavo es atraído hacia la tierra y en 5 - 7 días penetra en el suelo hasta una profundidad de 3 a 5 centímetros a menos que se lo impida un suelo muy seco y duro. Después que el clavo alcanza la máxima profundidad en el suelo, el extremo del mismo contiene los ovarios fertilizados comienza a alargarse horizontalmente formando las vainas y semillas. Aunque el desarrollo de las vainas alcanza el máximo tamaño en aproximadamente 20 días, la madurez de la semilla requiere aproximadamente 60 días después que el clavo penetra en el suelo.

### 2.5. Fertilización del maní

Naturlang (2000) considera que el Maní es en gran parte independiente de una fertilización nitrogenada. La capacidad de fijación mediante las bacterias de *rhizobium* se facilita mediante azufre y calcio y se reduce a través de una fertilización rica en nitrógeno. El maní reacciona mayormente mejor a los efectos causados por el precultivo que por aplicaciones directas de fertilizantes. Sin embargo cuando se trata de suelos livianos arenosos, que suelen ser muy frecuentes para este cultivo, puede ser necesaria una fertilización directa.

Parte de la planta	Rendimiento	N [kg]	P [kg]	K [kg]	Ca [kg]	Mg [kg]	S [kg]
Vainas	3 t/ha	120	11	18	13	9	7
Materia verde	5 t/ha	72	11	48	64	16	8
Total		192	22	66	77	25	15

## **2.6. Biodiversidad del suelo**

Ibáñez (2007) manifiesta que la biodiversidad del suelo refleja la variedad de organismos vivos, comprendidos los innumerables microorganismos invisibles por ej. Bacterias y hongos, la micro fauna protozoarios y nematodos, la meso fauna ácaros y tisanuros y la macro fauna, mejor conocida por lombrices y termitas. Las raíces de las plantas también pueden considerarse organismos del suelo debido a su relación simbólica e interacción con los demás elementos del suelo. Estos diversos organismos interactúan entre sí y con las diversas plantas del ecosistema, formando un complejo sistema de actividad biológica.

El mismo autor indica que los organismos del suelo aportan una serie de servicios fundamentales para la sostenibilidad de todos los ecosistemas. Son el principal agente del ciclo de los nutrientes, regulan la dinámica de la materia orgánica del suelo, la retención del carbono y la emisión de gases de efecto invernadero, modifican la estructura material del suelo y los regímenes del agua, mejorando la cantidad y eficacia de la adquisición de nutrientes de la vegetación y la salud de las plantas. Estos servicios no sólo son decisivos para el funcionamiento de los ecosistemas naturales, sino que constituyen un importante recurso para la gestión sostenible de los sistemas agrícolas

## **2.7. La conexión entre plantas y microorganismos del suelo**

Pugnaire (2015) menciona que hoy en día existen pocas dudas sobre la importancia de las interacciones entre las plantas y la comunidad de organismos del suelo a la hora de determinar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. A escala de especie, se han identificado algunos ejemplos de simbiosis entre plantas y hongos formadores de micorrizas, endófitos o bacterias fijadoras de nitrógeno que contribuyen al crecimiento de las plantas y a la productividad del ecosistema, y se sabe que determinados grupos de bacterias del suelo son también promotores del crecimiento de las plantas. A pesar de su importancia, las interacciones planta - suelo sólo recientemente han sido incorporadas a la teoría ecológica debido a la diversidad de estas comunidades edáficas y a sus complejas interacciones con la comunidad vegetal. Así, 1 g de suelo puede contener miles de millones de bacterias

pertenecientes a decenas de miles de taxones, cientos de millones de hongos y una enorme variedad de nematodos, lombrices, ácaros y otros artrópodos que con frecuencia constituyen una comunidad en equilibrio.

### **2.8. Biofertilización nitrogenada**

Ideagro (2015) describe que la "biofertilización nitrogenada" constituye una interesante alternativa al empleo de los fertilizantes minerales tradicionales en la agricultura moderna. Con el uso en suelos agrícolas de bacterias capaces de fijar un nutriente tan esencial como el nitrógeno se conseguirá, por una parte, disminuir los aportes nitrogenados inorgánicos, y por otra, colaborar en la obtención de metodologías no contaminantes y adecuadas desde un punto de vista medioambiental. Las bacterias fijadoras de nitrógeno representan una gran oportunidad para la agricultura ya que el nitrógeno fijado en el suelo por las bacterias se encuentra disponible directamente justo en el lugar (rizosfera) donde es requerido, mientras que los fertilizantes inorgánicos aplicados al suelo sufren una pérdida de hasta el 50% debido a procesos naturales de lixiviación y desnitrificación. Además, la excesiva lixiviación tiene los fertilizantes inorgánicos puede dar lugar a la contaminación de las aguas subterráneas, ríos y lagos causando daños ecológicos, y puede constituir un riesgo para la salud animal y humana.

### **2.9. Los biofertilizantes en la agricultura**

Virgen y Molina (2013) manifiestan que los biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos benéficos (hongos y bacterias principalmente), los cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Estos biofertilizantes pueden presentar grandes ventajas como una producción a menor costo, protección del ambiente y aumento de la fertilidad y biodiversidad del suelo. Los biofertilizantes se usan abundantemente en agricultura orgánica, sin embargo, es factible y ampliamente recomendable aplicarlos de manera integral en cultivos intensivos en el sistema tradicional. Por su uso, los biofertilizantes se podrían dividir en 4 grandes grupos; fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, captadores de fósforo y promotores del crecimiento vegetal.



## 2.10. Fijadores biológicos de nitrógenos.

Olivares (2008) argumenta que la fijación de nitrógeno puede ser puramente abiótica o biológica. Por la primera se forman óxidos como consecuencia de la combustión de compuestos orgánicos, descargas eléctricas, etc., que son arrastrados al suelo por la lluvia, o amonio por el proceso industrial. La fijación biológica de nitrógeno (FBN), proceso llevado a cabo por organismos procarióticos, el nitrógeno molecular ( $N_2$ ) es reducido a amonio e incorporado a la biosfera a pesar de la abundancia de  $N_2$  en la atmósfera (más del 70 por ciento), no es aprovechable por las plantas que se ven obligadas a utilizar las formas combinadas que se encuentran en el suelo en cantidad insuficiente para soportar los cultivos intensivos. No en vano la fijación biológica de nitrógeno contribuye globalmente de forma importante al suministro del nitrógeno requerido por las plantas.

Gonzalez (2010) menciona que La fijación biológica del nitrógeno consiste en la transformación de  $N_2$  en amoníaco ( $NH_3$ ) que es ionizado a  $NH_4^+$  o nitratos ( $NO_3^-$ ). , mediante la enzima nitrogenasa, que se encuentra en algunos tipos de bacterias y cianobacterias. Las bacterias que la poseen se encuentran aisladas del mismo, viven bajo capas de moco que cubren las raíces de ciertas plantas o se encuentran dentro de engrosamientos especiales de las raíces de algunas leguminosas, llamados nódulos, las bacterias que viven en los nódulos de las leguminosas tienen una relación simbiótica con las mismas, reciben carbohidratos de la planta, y le aportan nitrógeno. Dentro de este grupo de bacterias, se destacan los géneros *Rhizobium* y *Azotobacter*. La cantidad anual de nitrógeno fijado por bacterias es muy grande, del entorno de 200 millones de toneladas anuales. Este nitrógeno, en forma de nitratos y amonio, es asimilable por las plantas, que lo utilizan para sintetizar aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Olivares (2008) considera que Algunos fijadores libres, como *Azotobacter*, requieren hasta 100 unidades de equivalentes de glucosa por unidad de nitrógeno fijado. Por ello su significación agrícola es baja, que se

incrementa considerablemente en el caso de la fijación simbiótica, como la establecida entre *Rhizobium* y las leguminosas, donde la relación disminuye de 6 a 12 unidades de glucosa consumidas por unidad de nitrógeno reducido. En este caso, además, la fuente de energía son los compuestos carbonados suministrados directamente por la planta derivados de la fotosíntesis, mientras que los fijadores libres han de tomarlos del suelo donde no existen en la cantidad y forma necesarias. Así de hecho, *Azotobacter* proporciona al suelo unos cientos de gramos de nitrógeno por hectárea/año, la fijación libre por sí sola representa a nivel global algo menos de la mitad del total de N<sub>2</sub> fijado por año.

### **2.11. Microorganismos de vida libre bacterias.**

Allan (2004) considera que Las bacterias fijadoras de nitrógeno son componentes importantes del suelo y requieren una fuente de energía química si no son fotosintéticas, las cuales a su vez utilizan la energía de la luz solar. Entre las bacterias de vida libre pueden encontrarse: anaeróbicas obligadas o facultativas (e.j. *Clostridium pasteurianum*, *Klebsiella spp.*, *Desulfovibrio sp.*), aeróbicas obligadas (e.j. *Azotobacter spp.*, *Beijerinckia sp.*) y fotosintéticas (bacterias púrpuras sulfurosas y no sulfurosas, y bacterias verdes sulfurosas).

Dugan (2004) expresa que las bacterias aeróbicas dependen fuertemente de las condiciones de humedad, oxígeno y materia orgánica, y las anaeróbicas son predominantes en suelos anegados donde existen las condiciones de humedad y materia orgánica, pero el suministro de oxígeno está restringido. La FBN en los suelos tropicales con las condiciones requeridas de humedad, temperatura y materia orgánica es generalmente alta. Se reporta que el número de bacterias fijadoras de nitrógeno es particularmente elevado en la zona adyacente a la raíz (rizósfera), debido a la liberación de compuestos orgánicos que le sirven como nutrimento.

Robson y Postgat (2004) nos indican que las bacterias aeróbicas emplean dos mecanismos de protección de la nitrogenasa: la protección

respiratoria, donde se produce una elevada tasa respiratoria a expensas de un alto consumo de carbono y energía, manteniendo así una concentración intracelular de oxígeno baja; y la protección conformacional, en la cual la nitrogenasa cambia su disposición a una forma reversible inactiva.

Fernandez (2009) menciona que se ha observado que muchas bacterias fijadoras de nitrógeno lo hacen de una manera más eficaz cuando la concentración de oxígeno está por debajo de la concentración de oxígeno atmosférico (en torno al 21%). Estas condiciones frecuentemente se dan en el subsuelo. *Azotobacter* y *Beijerinckia* son dos géneros bien establecidos de bacterias libres del suelo fijadoras de nitrógeno. Los microorganismos fotosintéticos son comunes en las zonas templadas, abundantes en los trópicos y llegan a estar presentes en ambientes extremos. La actividad de la nitrogenasa aumenta con la temperatura, aunque al llegar a un máximo (normalmente entre 25-30 ° C) comienza a decrecer, aunque en los microorganismos de zonas muy cálidas sigue aumentando.

Bosques (2016) expresa que podemos encontrarnos con tres tipos de simbiosis con plantas no leguminosas, tipos que designaremos según cual sea el microorganismo que fije el nitrógeno: *Frankia*, cianobacterias y *Rhizobium*. Los *Frankia* son un género de Streptomicetaceas que fijan nitrógeno en simbiosis con las plantas actinorrizas. Se presentan suelos pobres de nitrógeno o en condiciones de estrés ambiental (deforestaciones, incendios, volcanes, las hacen idóneas para la reforestación de los suelos.

El mismo autor indica que las cianobacterias pueden fijar nitrógeno libre, y forman simbiosis con diversos tipos de plantas, desde hongos hasta angiospermas. Por motivos obvios, la simbiosis entre una cianofícea y un hongo líquen. Se ha evaluado en 1'5 kg. Por hectárea y año la cantidad de nitrógeno incorporado por líquenes del género *Lobaria*. Entre las simbiosis con Pteridófitos, la más importantes es la que se da entre el helecho acuático *Azolla* y *Anabaena*; que llega a fijar más de 600 kg. De nitrógeno por hectárea y año, siendo muy aprovechada en agricultura en los campos de arroz.

## 2.12. *Azotobacter vinelandii*

## 2.13. Taxonomía

Dominio:	Bacteria
Filo:	Proteobacteria
Clase:	Gammaproteobacteria
Orden:	Pseudomonadales
Familia:	Pseudomonadaceae
Género:	<i>Azotobacter</i>
Especie:	<i>A. vinelandii</i> <sup>4</sup>

## 2.14. Género *Azotobacter*

Tomas (2001) menciona que el género *Azotobacter vinelandii* es un organismo aeróbico que vive en el suelo con una amplia variedad de capacidades metabólicas que incluyen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico convirtiéndolo en amoníaco. Como *Klebsiella pneumoniae*, fija nitrógeno en el estado de vida libre y entra en simbiosis con las plantas; un proceso tipificado por la simbiosis entre miembros del género *Rhizobium* y una variedad de plantas leguminosas. En primer lugar, *Azotobacter vinelandii* es capaz de sintetizar no solo la enzima nitrogenasa que contiene molibdeno que tipifica la mayoría de los *diazotrofos*, sino también dos nitrogenasas alternativas; una en la que el vanadio reemplaza al molibdeno y una segunda que no contiene metal de transición el hierro.

## 2.15. Generalidades del género *Azotobacter*.

Según Lluch y Gonzalez (1992), los microorganismos del género *Azotobacter* se describieron por primera vez por Beijerinck en 1901, desde este momento hasta nuestros días, estas bacterias han llamado la atención de numerosos investigadores por su importancia tanto teórica como práctica. La morfología de *Azotobacter* ha sido y es, uno de los apartados de estudio más atractivo de este género bacteriano. Así, la citología de estas bacterias no solo

---

<sup>4</sup> <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Azotobacter%20vinelandii/es-es/>

se altera por las condiciones ambientales, sino que más bien varía de una forma extrema.

Quispe y Gallegos (2009), describen que la familia *Azotobacteriaceae* comprende a las bacterias del género *Azotobacter*, las cuales son Eubacterias Gram - negativas que tienen una pared celular compleja que consiste de una membrana externa y una capa interna de peptidoglicano que contiene ácido murámico y mureína. Se reproducen por fisión binaria, viven en suelos y en aguas frescas, son células ovoides y grandes de 1,5 a 2,0  $\mu\text{m}$  de diámetro. Son pleomórficas, variando su morfología desde bacilos hasta células en forma de cocos. Se les observa como células individuales, como pares o formando agregados irregulares, y algunas veces formando cadenas de tamaño variable. Algunas especies como *A. vinelandii* y *A. chroococum* sufren un proceso de diferenciación para formar quistes resistentes a la desecación. Se mueven por flagelos peritricos, son aerobios, pero pueden crecer en concentraciones de oxígeno bajas. Algunas cepas producen pigmentos solubles o insolubles en agua.

Peña Malacara y García Romero (2014) indican que sin duda, una característica que hace especial a esta bacteria es su variación morfológica (llamada polimorfismo) durante su desarrollo y la cual depende de las condiciones ambientales en las cuales se cultiva. Típicamente la morfología de *A. vinelandii* puede variar desde bacilos (forma alargada) hasta células en forma de cocos (esféricas). Por lo general, estas células presentan un tamaño que puede llegar a alcanzar los 5 micrómetros de diámetro, es decir 5 veces el tamaño de otras bacterias comunes.

Quispe y Gallegos (2009) mencionan que Morfológicamente, las colonias son viscosas, convexas, lisas o arrugadas y poseen pequeñas inclusiones granulares, el color se presenta en diferentes matices pardo, producen pigmentos que en ocasiones se difunden en el medio de cultivo (Agar Asbhy) selectivo para este género, pueden llegar a medir de 2 – 6 mm de diámetro en 5 días a una temperatura de 28 a 30°C. Son bacilos grandes y cortos que crecen en un pH mínimo de 4,8 – 6,0 y a un máximo de 8,5, con un pH ideal de 7,0 - 7,5.

Lluch y Gonzalez (1992) destaca que este género comprende bacterias grandes, levaduriformes, aerobias estrictas, no esporógenas y Gram negativos; son mesófilas y su temperatura óptima de desarrollo es de 30<sup>0</sup>C. La eficacia media en relación con el N<sub>2</sub> fijado por unidad de azúcar descompuesto es de 5 – 10 g, lo cual se cataloga como bajo. El pH óptimo de crecimiento es de 6 y a 7 niveles inferiores disminuyen las cantidades de N<sub>2</sub> fijado y hasta puede inhibirse su actividad metabólica. La capacidad de fijación de N<sub>2</sub> por estas bacterias varía considerablemente en dependencia de la composición del medio, su acidez, temperatura y aireación, de la presencia de N combinado, de la naturaleza de las fuentes de carbono, micro elementos y de la acción de organismos antagónicos en el medio.

Quispe y Gallegos (2009) consideran que son bacterias aerobias de vida libre pero pueden crecer a bajas concentraciones de oxígeno. Fijan nitrógeno hasta en condiciones micro aerobias (2% oxígeno). La fijación de nitrógeno depende de la presencia de Molibdeno, Vanadio o enzimas nitrogenadas que contengan Fe. Pueden utilizar alcoholes, azúcares o sales de ácidos orgánicos como fuentes de carbono. El efecto de diferentes fuentes de carbono sobre la fijación de N<sub>2</sub> por esta especie depende de la estructura de las sustancias orgánicas y de las reservas de energía química utilizable que contiene, siendo también importantes los procesos de oxidación de la materia orgánica durante la respiración

(Martínez-Viera 1986). Según este autor, la propagación de estas bacterias está relacionada estrechamente con la presencia en el medio de suficientes cantidades de fósforo (P) y potasio (K), siendo mayor el efecto del P, cuya escasez o ausencia puede hasta inhibir el desarrollo del cultivo. Este elemento estimula el metabolismo del carbono, la multiplicación y la fijación de N<sub>2</sub>.

Rodelas (2001) afirma que dentro del grupo de los fijadores de vida libre el género *Azotobacter* presenta la capacidad de fijar N<sub>2</sub> atmosférico cuando en el suelo existen suficientes cantidades de materia orgánica, ya que en suelos poco fértiles con escaso contenido de materia orgánica no se obtiene efecto agronómico positivo.

Lluch y Gonzalez (1992) manifiesta que el género *Azotobacter* presenta alta capacidad de biodegradación, muy especialmente para la oxidación de compuestos fenólicos sustituidos. Este hecho resulta de especial interés, basándose en recientes observaciones que muestran como estas bacterias aumentan su actividad biológica (incluyendo la capacidad fijadora de N<sub>2</sub>) en suelos agrícolas adicionados de residuos que poseen un alto contenido en sustancias fenólicas, pudiéndose sugerir que estos microorganismos pueden contribuir a la biotransformación de este tipo de residuos cuando se usen como fertilizantes.

#### **2.16. Fijación de nitrógeno**

Espín (2003) expresa que la fijación de nitrógeno en bacterias aeróbicas como *Azotobacter* es un proceso que demanda gran cantidad de energía, por lo que requiere una eficiente fosforilación oxidativa. Debido a que el O<sub>2</sub> es tóxico para el complejo de la nitrogenasa, las bacterias aeróbicas fijadoras de nitrógeno han evolucionado una variedad de estrategias para contender con esta paradoja aparente.

#### **2.17. *Azotobacter. Vinelandii* fija nitrógeno en aerobiosis**

Espín (2003) considera que el género *Azotobacter vinelandii* era hasta hace poco la única bacteria reconocida capaz de fijar nitrógeno en condiciones de total aerobiosis, recientemente se describió otro sistema de fijación de nitrógeno tolerante a O<sub>2</sub> en *Streptomyces thermoautotrophicus*. *Azotobacter* fija nitrógeno en aerobiosis gracias a que posee un sistema bien integrado de protección de su nitrogenasa que comprende: protección conformacional, protección respiratoria, autoprotección y otros cambios morfológicos y fisiológicos que le permiten crecer diazotróficamente en condiciones totalmente aeróbicas.

#### **2.18. Beneficios del *azotobacter***

Tomas (2001) describe que el *Azotobacter* ha desarrollado una serie de mecanismos fisiológicos que le permiten fijar el nitrógeno de forma aeróbica a pesar de la inherente sensibilidad al oxígeno de la nitrogenasa. Tiene tasas de respiración excepcionalmente altas junto con citocromos específicos para garantizar que la nitrogenasa experimente un ambiente esencialmente anóxico

(ausencia de oxígeno) a pesar del hecho de que la energía se deriva del metabolismo aeróbico. También puede sintetizar una proteína protectora hierro y azufre (2Fe-2S) que se puede unir a la nitrogenasa en condiciones de estrés de oxígeno para formar un complejo estable al oxígeno que está inactivo pero protegido contra daños.

### 2.19. Generalidades de *Azospirillum*

Cecagno, Ebert Fritsch, y Silveira Schrank (2015) mencionan que el género *Azospirillum* comprende bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre que se conocen como rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR), que pueden colonizar, por adhesión, la superficie de la raíz o los espacios intercelulares de las raíces de la planta huésped. El papel potencial de la PGPR en asociación con cereales de importancia económica y otras gramíneas es promover el crecimiento de las plantas mediante varios mecanismos que incluyen la fijación de nitrógeno y la producción de fitohormonas. Varias especies de *Azospirillum* pueden segregar fitohormonas como auxinas, giberelinas, citoquininas y óxido nítrico como señales de promoción del crecimiento de las plantas.

### 2.20. Especies de *Azospirillum*

Cecagno, Ebert Fritsch, y Silveira Schrank, (2015) menciona que hasta ahora, se han caracterizado 16 especies de *Azospirillum*; sin embargo, secuencias genómicas completas de *Azospirillum brasilense*, *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum sp.* Y un borrador del genoma de *Azospirillum amazonense*. A diferencia de otras cepas de *Azospirillum*, *A. amazonense* puede crecer en presencia de sacarosa como única fuente de carbono y también se adapta mejor a la acidez del suelo, lo que ofrece a la bacteria ventajas adicionales para la colonización del tejido de la raíz de la planta en ambientes ácidos.

Collados (2006) indica que hoy en día se ve la necesidad de fertilizar los suelos por el desgaste que han ido sufriendo durante todos los años que la agricultura mal organizada y mal practicada ha sido empleada por las personas, en la obtención de alimentos. Frente a esta necesidad de suelos infértiles con bajo índice de nitrógeno, se emplea fertilizantes químicos, sin



embargo estos no son muy aprovechados por la planta o cultivos, y aproximadamente un 67% se pierde, quedando un exceso de compuestos nitrogenados en el ecosistema que representan la mayor fuente de contaminación en la atmosfera (óxido de nitrógeno) y en las aguas superficiales y profundas (nitratos).

Se considera a *Azospirillum spp.* como uno de los géneros de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal más estudiados en la actualidad debido a su capacidad de mejorar significativamente el crecimiento y desarrollo, así como el rendimiento de numerosas especies vegetales de interés agrícola) (Bashan 2004). Uno de los principales mecanismos propuestos en la actualidad para explicarla promoción del crecimiento vegetal en plantas inoculadas con *Azospirillum sp.*, se relaciona con su capacidad de producir y metabolizar compuestos reguladores del crecimiento vegetal o fitohormonas. Gonzáles (1994).

### **2.21. Características generales y morfología**

Según Cecagno, Fritsch, y Schrank (2015) manifiesta que las características generales y morfológicas del *Azospirillum* son las siguientes: Que el género *Azospirillum* es fácilmente identificado por su forma vibroide o de varilla gruesa, el pleomorfismo y la movilidad en espiral. Pueden ser rectas o estar curvadas ligeramente, su diámetro es de aproximadamente 1  $\mu$ m y de 2,1 a 3,8 de longitud. Generalmente las puntas son afiladas. Las bacterias del género *Azospirillum* presentan una motilidad evidente, presentando un patrón de flagelos polares y laterales. El primer grupo de flagelos se usa principalmente para nadar, mientras que el segundo está relacionado con el desplazamiento en superficies sólidas. Algunas especies sólo presentan el flagelo polar.

Los autores antes mencionados indican que esta motilidad le permite a la bacteria desplazarse a zonas donde las condiciones sean propias para su crecimiento. Además, presentan atracción química hacia ácidos orgánicos, compuestos aromáticos, azúcares y aminoácidos. También son capaces de moverse hacia regiones con concentraciones óptimas de oxígeno. Cuando se

enfrentan a condiciones adversas – como la desecación o escasez de nutrientes la bacteria puede tomar formas de quistes y desarrollar una cubierta externa compuesta de polisacáridos. Los genomas de estas bacterias son de gran tamaño y poseen múltiples replicones, lo cual es evidencia de la plasticidad del organismo. Por último, se caracterizan por la presencia de granos de poli-b-hidroxibutirato.

## 2.22. Hábitat

Gomez, Mercado, y Pinela (2015) expresan que *Azospirillum* se encuentra en la rizosfera, algunas cepas habitan predominantemente la superficie de las raíces, aunque existen algunos tipos capaces de infectar otras zonas de la planta. Ha sido aislada de distintas especies vegetales en todo el mundo, desde ambientes con climas tropicales, hasta regiones con temperaturas templadas. Se han aislado de cereales como maíz, trigo, arroz, sorgo, avena, de los pastos como *Cynodon dactylon* y *Poa pratensis*. También se han reportado en el agave y en diferentes cactáceas. (Cactus) No se encuentran de manera homogénea en la raíz, ciertas cepas exhiben mecanismos puntuales para infectar y colonizar el interior de la raíz, y otras se especializan en la colonización de la porción mucilaginosa o células dañadas de la raíz.

## 2.23. Metabolismo

Kannaiyan (2002) expresa que *Azospirillum* presenta un metabolismo muy diverso y versátil de carbono y nitrógeno, que le permite a este organismo adaptarse y competir con las otras especies en la rizosfera. Pueden proliferar en ambientes anaeróbicos y aeróbicos. Las bacterias son fijadoras de nitrógeno y pueden usar como fuente de este elemento el amonio, nitritos, nitratos, aminoácidos y nitrógeno molecular. La conversión del nitrógeno atmosférico en amonio está mediada por un complejo enzimático compuesto de la proteína dinitrogenasa, que contiene como cofactor al molibdeno y al hierro, y otra porción proteica denominada dinitrogenasa reductasa, que transfiere los electrones desde el donador hasta la proteína. Del mismo modo, las enzimas glutamina sintetasa y glutamato sintetasa están involucradas en la asimilación de amonio.

Microinmuno (2009) gran cantidad de bacterias pueden crecer en una atmósfera con tensión de oxígeno normal. Algunas pueden obtener el oxígeno directamente de variados sustratos. Pero los microorganismos anaerobios estrictos sólo se desarrollarán adecuadamente en una atmósfera sin oxígeno ambiental. Un nivel mínimo de humedad, tanto en el medio como en la atmósfera, es imprescindible para un buen desarrollo de las células vegetativas microbianas en los cultivos. Hay que prever el mantenimiento de estas condiciones mínimas en las estufas de cultivo a 35-37°C proporcionando una fuente adecuada de agua que mantenga la humedad necesaria para el crecimiento de los cultivos y evitar así que se deseque el medio.

El mismo autor manifiesta que la mayoría de los microorganismos crecen mucho mejor en la oscuridad que en presencia de luz solar. Hay excepciones evidentes como sería el caso de los microorganismos fotosintéticos. La mayoría de los microorganismos se desarrollan mejor en medios con un pH neutro, aunque los hay que requieren medios más o menos ácidos. No se debe olvidar que la presencia de ácidos o bases en cantidades que no impiden el crecimiento bacteriano pueden sin embargo inhibirlo o incluso alterar sus procesos metabólicos normales. Los microorganismos mesófilos crecen de forma óptima a temperaturas entre 15 y 43°C. Otros como los psicrófilos crecen a 0°C y los termófilos a 80°C o incluso a temperaturas superiores (hipertemófilos). En líneas generales, los patógenos humanos crecen en rangos de temperatura mucho más cortos, alrededor de 37°C, y los saprofitos tienen rangos más amplios.

#### **2.24. Interacción con la planta**

Steenhoudt & Vanderleyden (2000) menciona que la asociación entre la bacteria y la planta puede ocurrir exitosamente sólo si la bacteria es capaz de sobrevivir en el suelo y encontrar una población importante de raíces. En la rizósfera, el gradiente de disminución de los nutrientes desde la raíz hacia sus alrededores es generado por los exudados del vegetal.

## 2.25. Usos

Tortora (2007) considera que las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, abreviado PGPR por sus siglas en inglés, comprenden un grupo bacteriano que favorece el crecimiento de las plantas. Se ha reportado que la asociación de la bacteria con las plantas es beneficiosa para el crecimiento del vegetal. Este fenómeno ocurre gracias a distintos mecanismos, que producen la fijación del nitrógeno y la producción de hormonas vegetales como auxinas, giberilinas, citoquininas y ácido absísico, que contribuyen al desarrollo de la planta.

El mismo autor indica que la hormona más importante es la auxina – ácido indolacético (IAA), derivado del aminoácido triptófano – y es sintetizada por al menos dos rutas metabólicas dentro de la bacteria. Sin embargo, no existe evidencia directa de la participación de la auxina en el incremento del crecimiento de la planta. Las giberilinas, además de participar en el crecimiento, estimulan la división celular y la germinación de la semilla. Las características de las plantas inoculadas por esta bacteria incluyen el incremento en la longitud y en el número de las raíces ubicadas lateralmente, el incremento en el número de pelos radicales y el aumento en el peso seco de la raíz. También incrementan los procesos de respiración celular.

## 2.26. Producción del ácido indolacético

Cordoba (2011) expresa que la auxina: ácido indolacético (AIA), induce la deformación y aumento de pelos radicales, logrando con esto una mayor captación de nutrientes y promoviendo en consecuencia el crecimiento y rendimiento de la planta. Se ha establecido que las rizobacterias promotoras del desarrollo vegetal, juegan un papel primordial en los cultivos permitiendo disminuir la utilización de fertilizantes químicos, aumentar el rendimiento, acortar ciclos y por consiguiente, reducir la contaminación ambiental.

Park (2005) las bacterias representan una alternativa para mejorar el aporte nutricional de las plantas; dentro de los efectos benéficos se destacan, la secreción de reguladores de crecimiento (auxinas), mejorando los procesos de germinación de semillas, nutrición, desarrollo de raíces, entre otros.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del sitio experimental.

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en los terrenos de la Granja “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7½ de la vía Babahoyo – Montalvo, con altitud de 8 msnm.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media de 24,61 °C; precipitación anual de 1500,5 mm; humedad relativa de 77 % y 309 horas de heliofanía de promedio anual. El suelo presenta topografía plana, textura franca – arcilloso, con sistema de riego y drenaje<sup>3, 5</sup>.

#### 3.2. Métodos.

En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes:

- Deductivo - inductivo,
- Inductivo – deductivo
- Experimental.

#### 3.3. Factores a estudiar.

Variables Dependientes: dosis de aplicación de microorganismo.

Variable Independiente: comportamiento agronómico y rendimiento.

---

<sup>5</sup> 3/ Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2016.

### 3.4. Material de siembra.

Como material de siembra INIAP-381 Rosita, crecimiento semi-erecto con floración secuencial y hojas compuestas.

<b>Descripción</b>	<b>Características</b>
Color de hojas	verde claro
Color de grano	Rosado
Altura de la planta	43cm
Días de floración	25-30
días de maduración	130-140
Peso de 100 semillas	39g
Vainas por planta	15-20
Semillas por vainas	3-4
rendimiento	2600 kg/ha
Contenido de aceite	45%
Proteína	34%
Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	tolerante
Cercospora ( <i>Cercospora beticola</i> )	tolerante
Roya ( <i>Puccinia arachidis</i> )	tolerante

### 3.5. Tratamientos en estudio

Se evaluaron los tratamientos, constituidos por las dosis de *Azotobacter*, *Azospirillum* y fertilizante nitrogenado con las respectivas dosis, tal como se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Tratamientos estudiados en el ensayo:” Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.), “INIAP – 381 ROSITA” a la aplicación de *Azotobacter*, *Azospirillum* y fertilizante nitrogenado en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2019.

Tratamiento	Sistemas	Dosis/ha de <i>Azotobacter</i> y <i>Azospirillum</i>
T1	Mas Fertilización 192 kg N/ha	<i>Azotobacter</i> 1,0 L/ha
T2		<i>Azospirillum</i> 1,0 L/ha
T3		<i>Azotobacter</i> 1,0 L/ha + <i>Azospirillum</i> 1,0 L/ha
T4	Sin Realizar aplicaciones de fertilización	<i>Azotobacter</i> 1,0 L/ha
T5		<i>Azospirillum</i> 1,0 L/ha
T6		<i>Azotobacter</i> 1,0 L/ha + <i>Azospirillum</i> 1,0 L/ha
T7	Nitrógeno 192kg N/ha	
T8	Testigo absoluto	

El requerimiento de nitrógeno para el cultivo de maní es de 192 kg N/ha <sup>6</sup>

<sup>6</sup> Ciabrera.com.ar/docs/curso produccion de maní 2016

### 3.6. Diseño Experimental.

Se utilizó el diseño experimental Bloques completamente al azar, Factorial A x B x C con 12 tratamientos, tres repeticiones.

Las comparaciones de las medias se efectuarán con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	7
Repeticiones	2
Error experimental	7
Factor A	2
Factor B	1
Factor C	1
Interacción A x B	2
Interacción A x C	2
Interacción B x C	1
Interacción A x B x C	2
Total	27

#### 3.6.2. Característica del Área Experimental

Área del ensayo:	429 m <sup>2</sup>
Área de la parcela experimental:	9 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela experimental:	3,60 m <sup>2</sup>
Número de repeticiones:	3
Número de hileras por parcela experimental:	7
Longitud de las hileras:	3 m
Separación entre hileras:	0,40 m
Distancia entre plantas en cada hilera:	0,40 m
Número de filas del área útil de la parcela experimental:	7
Separación entre parcelas experimentales:	1 m



### **3.7. Manejo del ensayo**

Para la ejecución del ensayo se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo para su normal desarrollo.

#### **3.7.1. Análisis de suelo**

Previo a la siembra se realizó un análisis de microorganismo, tomando una muestra al azar a una profundidad de 0 a 25cm.

Se lo realizó al momento de la siembra y en la cosecha para determinar el porcentaje de población de bacterias que existe por cada tratamiento aplicado.

#### **3.7.2. Preparación de terreno.**

Se realizó un pase de arado y dos pases de rastra cruzada, para obtener una mejor uniformidad y aireación del suelo.

#### **3.7.3. Siembra.**

Se siembra se realizó de forma manual a un distanciamiento de 0,40m entre hileras y 0,40m entre plantas, colocando de 2-3 semillas por hoyo, luego se procedió a realizar un raleo dejando dos plantas por sitio. Antes de la siembra se prepararon las respectivas camas.

#### **3.7.4. Riego.**

El riego se lo ejecuto de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo, y condiciones edafo-climáticas que se presenten en el área del trabajo experimental. Se mantuvo a capacidad de campo. El riego se realizó cada 21 días hasta llegar al proceso que la planta emita los ginoforos o clavos hacia el suelo.

#### **3.7.5. Fertilización.**

Se aplicaron fertilizantes según los requerimientos nutricionales del cultivo, aplicándolo de forma edáfica al suelo de forma continua arboleado cuando el suelo está húmedo, al momento de la siembra se aplicó fósforo DAP 22kg / ha y potasio Muriato de potasio 66 kg / ha.

La aplicación de los tratamientos de biofertilizantes se la realizo con una bomba de mochila CP-3 de aspersión calibrada. Se realizó una prueba de calibración de equipo el cual nos dio como resultado 270 ml de agua por 9 m<sup>2</sup>

de cada parcela y por los 500 m<sup>2</sup> del área experimental se utilizó 15 000 ml de agua que dio como resultado 15 lt de agua al utilizar. Se aplicaron los productos al suelo a los 10 y 25 días después de la siembra de forma lineal por cada tratamiento, con aplicaciones de *Azotobacter* a 1,0 L/ha mas *Azospirillum* 1,0 L/ha.

### **3.8. El Aporque.**

Se realizó a los 40 y 60 días después de la siembra, para que la planta pueda emitir un gran número de gínoferos al suelo después de la floración.

#### **3.8.1. Control fitosanitario.**

Se efectuaron monitoreos continuos para determinar la presencia de plagas y enfermedades, para su respectivo control. Como control de plagas se presentaron las siguientes:

Mosca blanca o *Bemisia tabaci* la cual no presento grandes infestaciones del insecto este puede provocar un micelio negro en las hojas de la planta y dañar el cultivo si no es tratado tiempo se lo pudo controlar con productos elaborados a base de Acetamiprid 200 gr/Ha, Thiamethoxan 125 cc/ha, Lambdacihalotrina (Engeo, Conquest) 150 cc/Ha.

Lorito verde o Empoasca vitis Este tipo de insecto en agente vector que puede transmitir virosis a la planta si no se la controla a tiempo, el cual se lo pudo controlar con Lambdacihalotrina a 150 cc/ha.

Gusano cogollero Spodoptera frugiperda después de la floración el cual se lo pudo controlar aplicando Clorpirifos 500 cc/ha.

Orozco Phyllophaga spp. se presentó después de la floración cuando ya estaba formada la capsula y se lo pudo controlar con thiodicar 300 cc / ha y metpmil 200 g/ha.

#### **3.8.2. Control de malezas.**

Para el control de malezas se la aplico herbicidas pre emergentes Pendimetalin 3 L/ha para el control de maleza. Posterior a la siembra se aplicó Paraquat a razón de 300 cc /20 L de agua alrededor del área experimental. De forma manual se utilizaron materiales como machete rabón y binadora para el control de malezas.

### **3.8.3. Cosecha.**

Antes de la cosecha se observó que las semillas hayan cumplido su grado óptimo de comercialización. La cosecha se la realizo en forma manual en cada unidad experimental a los 120 días después de la siembra, se realizó el proceso de secado al sol durante tres días para tenga el rango óptimo de humedad. Cada parcela experimental se cosecho por separado y se evaluó el peso de 10 plantas por parcela para determinar el porcentaje de producción por hectárea.

### 3.9. Datos a evaluar

#### 3.9.1. Altura de planta.

Se midió la altura desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más sobresaliente, en diez plantas tomadas al azar de cada parcela experimental, a los 40, 60 y 120 días después de la siembra y luego al momento de la cosecha. Los resultados se expresarán en cm.

#### 3.9.2. Días a la floración.

La floración estará determinada desde el día de la siembra hasta que las plantas presenten más del 50% de flores en las parcelas experimentales.

#### 3.9.3. Número de cápsulas por planta.

El número de cápsulas se obtuvo de 10 plantas de cada parcela experimental en el momento de la cosecha se lo expreso en unidades por parcelas y tratamientos.

#### 3.9.4. Número de semillas por cápsulas.

El número de semillas se obtuvo de 10 plantas de cada parcela experimental por cápsulas al momento de la cosecha. Se lo expreso en unidades por parcelas de cada tratamiento.

#### 3.9.5. Masa fresca y masa seca de las plantas.

Se tomaron 200 gramos por cada plantas de los tratamientos la muestra se colocaron en un horno y se sometió a un calor moderado (65°C por 48 horas) al final del periodo de secado recuperamos la porción de materia seca en gramos, lo que también indica que la diferencia entre estos dos resultados son el valor de agua y se evaporaron. Si expresamos estos números en porcentaje determinaremos la materia seca y húmeda de la muestra, se calcula de la siguiente manera:<sup>7</sup>

$$\text{Materia seca} = \left( \frac{\text{Gramos de muestra seca}}{200 \text{ g de muestra húmeda}} \right) \times 100$$

$$\text{Materia húmeda} \left( \frac{200 \text{ g muestra húmeda} - \text{gramos de muestra seca}}{200 \text{ g muestra húmeda}} \right) \times 100$$

---

<sup>7</sup> engormix.com/ganadería-carne/artículos/materia-seca Publicado el: 26/8/2011

### **3.9.6. Longitud de la raíz.**

Se evaluó la longitud de la raíz, desde la inserción de la raíz del tallo hasta el final de la raíz (cofia) a los 40, 60 y 120 días después de la siembra, en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela con promedios expresados en cm.

### **3.9.7. Longitud de la primera rama central.**

Se tomaron 10 plantas al azar a las cuales se midió el largo de la primer rama central hasta el inicio del cogollo a los 40, 60 y 120 días después de la siembra de la siembra los datos se los expresaron en cm.

### **3.9.8. Peso promedio de raíz.**

Cuando se realizó la cosecha se tomaron las 10 plantas escogidas al azar se pesaron todas las raíces y se las dividirá para el numero de raíces para obtener el peso promedio de las rices se los expreso en gramos.

### **3.9.9. Peso de 1000 semillas.**

Se tomaron el peso de cien semillas de las capsulas por las plantas cosechadas de cada parcela experimental se lo expreso en gramos.

### **3.9.10. Porcentaje de bacterias analizadas al suelo.**

Se determinó la colonización bacteriana del suelo antes de sembrar y después de la cosecha.

### **3.9.11. Rendimiento.**

El rendimiento se lo obtuvo de la cosecha por el peso de los granos de 10 plantas al azar por cada parcela experimental, y secándolos a la luz natural del sol uniformando la humedad transformando en kg. /ha.

### **3.9.12. Análisis económico**

El análisis económico se lo realizo en función del rendimiento del grano Kg/ha se analizó el costo de cada uno de los tratamientos. En relación al beneficio/costo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

En el cuadro 4, se presenta los resultados de altura de planta a los 40, 60 y 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para interacciones en las tres fechas de evaluación, no existiendo en las mismas épocas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). Los coeficientes de variación fueron 12,89, 16,87 y 16,06 %, respectivamente.

A los 40 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azospirillum* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 Kg de N/ha el mayor promedio (24,20 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (10,8 cm).

A los 60 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter + Azospirillum* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 Kg de N/ha el mayor promedio (34,40 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (19,13 cm).

A los 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azospirillum* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento *Azospirillum* 1,0 L/ha el mayor promedio (55,20 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (37,53 cm).

Cuadro 4. Altura de planta con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Altura 40 D.D.S Cm	Altura 60 D.D.S Cm	Altura 120 D.D.S Cm
192			19,76 <sup>ns</sup>	29,11 <sup>ns</sup>	50,93 <sup>ns</sup>
0			19,47	28,18	46,78
	<i>Azotobacter</i>	1,0	19,32 <sup>ns</sup>	28,40 <sup>ns</sup>	48,10
	<i>Azospirillum</i>	1,0	20,03	27,40	50,63
	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	19,53	30,13	47,83
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	18,70 abcd	29,67 ab	47,33 a
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	21,00 ab	27,20 ab	46,07 a
192	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	19,67 ab	27,67 ab	46,90 a
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	19,93 ab	27,13 ab	4,87 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	19,07 abc	27,60 ab	55,20 a
0	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 +1,0	19,40 abc	32,60 ab	48,73 a
192	0	0	24,20 a	34,40 a	50,73 a
0	0	0	10,80 e	19,13 b	37,53 a
F.cal.Factor FA			Ns	Ns	Ns
F.cal.Factor FB			Ns	Ns	Ns
F.cal.Factor IAB			Ns	Ns	Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			*	*	Ns
C.V. (%)			12,89	16,78	16,06

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significativa

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.2. Longitud de raíz

En el cuadro 5, se presenta los resultados de Longitud de la raíz a los 40, 60 y 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para interacciones en las tres fechas de evaluación, no existiendo en las mismas épocas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). Los coeficientes de variación fueron 13,43 12,95 y 16,42 %, respectivamente.

A los 40 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N Kg/ha + *Azospirillum* 1,0 L/ha el mayor promedio (13,13 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (6,70 cm).

A los 60 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N Kg/ha + *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (18,60 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (8,93 cm).

A los 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N kg /ha + *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (21,83 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (13,07 cm).



Cuadro 5. Longitud de raíz con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Altura 40 D.D.S cm	Altura 60 D.D.S Cm	Altura 120 D.D.S Cm
192			14,23 <sup>ns</sup>	17,17 <sup>ns</sup>	21,28 <sup>ns</sup>
0			12,47	16,20	19,39
	<i>Azotobacter</i>	1,0	14,95 <sup>ns</sup>	17,86 <sup>ns</sup>	21,83 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	12,37	15,46	18,17
	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	12,73	16,75	21,00
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	17,07 a	18,60 a	21,83 a
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	13,13 ab	16,13 abc	21,33 a
192	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	12,50 abcd	16,78 ab	20,67 a
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	12,83 abc	17,11 ab	21,82 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	11,60 bcd	14,78 abcd	15,00 a
0	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	12,97 abc	16,72 abc	21,33 a
192	0	0	13,00 ab	18,17 a	21,33 a
0	0	0	6,70 e	8,93 d	13,07 a
F.cal.Factor FA			*	Ns	Ns
F.cal.Factor FB			*	Ns	Ns
F.cal.Factor IAB			Ns	Ns	Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			**	**	*
C.V. (%)			13,43	12,95	16,42

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significativa

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.3. Altura de la rama central

En el cuadro 6, se presenta los resultados de altura de la rama central a los 40, 60 y 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para interacciones en las tres fechas de evaluación, no existiendo en las mismas épocas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). Los coeficientes de variación fueron 18,57 12,47 y 9,82%, respectivamente.

A los 40 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N Kg/ha + *Azotobacter* 1,0 L/h y 120 N Kg/ha + *Azospirillum* 1,0 L/ha el mayor promedio (10,13 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (6,57 cm).

A los 60 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* + *azospirillum* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N Kg/ha el mayor promedio (20,27 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (10,80 cm).

A los 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* + *Azospirillum* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N kg /ha el mayor promedio (33,40 cm), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (22,87 cm).

Cuadro 6. Altura de la rama central con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2018.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Altura 40 D.D.S cm	Altura 60 D.D.S Cm	Altura 120 D.D.S Cm
192			9,67 <sup>ns</sup>	15,62 <sup>ns</sup>	29,27 <sup>ns</sup>
0			8,38	16,96	28
	<i>Azotobacter</i>	1,0	9,27 <sup>ns</sup>	16,33 <sup>ns</sup>	28,60 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	9,20	15,07	27,77
	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	8,60	17,47	29,53
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	10,13 a	16,73	29,27
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	10,13 a	14,87	27,53
192	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	8,73 a	15,27	27,20
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	8,40 a	15,93	27,93
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	8,27 a	15,27	28,00
0	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 +1,0	8,47 a	19,67	31,87
192	0	0	9,73 a	20,27	33,40
0	0	0	6,57 a	10,80	22,87
F.cal.Factor FA			Ns	Ns	Ns
F.cal.Factor FB			Ns	Ns	Ns
F.cal.Factor IAB			Ns	Ns	Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			*	*	**
C.V. (%)			18,57	12,47	9,82

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significativa

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.4. Días a floración

En el cuadro 7, se presenta los resultados de días a floración después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficientes de variación fue de 6,33 %, respectivamente.

A los días a floración después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo el que presentó el mejor tiempo en florecer la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, siendo la dosificación de *Azospirillum* 1,0 L/ ha que presentó el mejor tiempo en florecer. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N Kg/ha + *Azospirillum* 1,0 L/h el promedio (35,67 D), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo el mayor valor (39,00 D).

Cuadro 7. Días a floración con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	N de días a floración
192			36,11 <sup>ns</sup>
0			37,22
	<i>Azotobacter</i>	1,0	36,33
	<i>Azospirillum</i>	1,0	36,83
	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	36,83
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	36,00 a
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	35,67 a
192	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	36,67 a
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	36,67 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	38,00 a
0	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	37,00 a
192	0	0	37,67 a
0	0	0	39,00 a
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			Ns
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			Ns
C.V. (%)			6,33

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significante

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.5. Peso de raíz fresco

En el cuadro 8, se presenta los resultados de peso de raíz fresco a los 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 20,65 %, respectivamente.

El peso de raíz fresco a los 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N Kg/ha + + *Azospirillum* 1,0 L/ha el mayor promedio (6,20 gr), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (1,13 gr cm).

Cuadro 8. Peso de raíz fresco con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Peso de raíz en gr
192			5,71 <sup>ns</sup>
0			4,64
	<i>Azotobacter</i>	1,0	5,40 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	5,22
	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	4,92
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	5,07 abc
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	4,23 abcd
192	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	4,63 abc
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	5,73 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	6,20 a
0	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	5,20 ab
192	0	0	5,17 ab
0	0	0	1,13 e
F.cal.Factor FA			*
F.cal.Factor FB			Ns
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			**
C.V. (%)			20,65

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
 ns = no significativo; \*\*: Altamente significante  
 D.D.S: días después de la siembra

#### 4.6. Peso de raíz seco

En el cuadro 9, se presenta los resultados de peso de raíz seco a los 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 24,04 %, respectivamente.

El peso de raíz seco a los 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento *Azospirillum* 1,0 L/ha el mayor promedio (2,40 gr), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (0,65 gr cm).

Cuadro 9. Peso de raíz seco con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Peso de raíz en gr
192			2,19 <sup>ns</sup>
0			1,86
	<i>Azotobacter</i>	1,0	2,03 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	2,03
	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	1,00
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	2,03 ab
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	1,67 abcd
192	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	1,87 abcd
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	2,03 abc
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	2,40 a
0	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	2,13 a
192	0	0	2,10 ab
0	0	0	0,65 d
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			Ns
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			**
C.V. (%)			24,04

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significativa

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.7. Peso del área foliar fresco

En el cuadro 10, se presenta los resultados del peso del área foliar fresco los 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para las interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 5,53 %, respectivamente.

El peso del área foliar fresco a los 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N kg/ha + *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (75,10 gr), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (49,03 gr cm).

Cuadro 10. Peso del área foliar fresco con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Peso del aria foliar en gr
1192			74,38 <sup>ns</sup>
0			74,22
	<i>Azotobacter</i>	1,0	75,38 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	72,33
	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	75,33
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	75,10 ab
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	72,77 abc
192	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	75,27 a
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	75,67 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	71,90 abcd
0	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	75,00 ab
192	0	0	74,70 abc
0	0	0	49,03 e
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			Ns
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			**
C.V. (%)			5,53

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significativo

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.8. Peso del área foliar seco

En el cuadro 11, se presenta los resultados del peso del área foliar seco a los 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para las interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 15,91 %, respectivamente.

El peso del área foliar seco a los 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N kg/ha + *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (27,80 gr), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (19,40 gr cm).

Cuadro 11. Peso del aria foliar seco con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Peso del foliar en gr
192			26,61 <sup>ns</sup>
0			25,86
	<i>Azotobacter</i>	1,0	27,05 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	25,40
	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	26,50
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	27,80 a
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	25,10 a
192	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	24,67 a
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	26,30 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	25,90 a
0	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 +1,0	27,63 a
192	0	0	23,03 a
0	0	0	19,40 a
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			Ns
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			Ns
C.V. (%)			15,91

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significante

D.D.S: días después de la siembra



#### 4.9. Número de capsulas por planta

En el cuadro 12, se presenta los resultados del número de capsulas por plantas a los 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para las interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 17,89 %, respectivamente.

El número de capsulas por planta 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento 192 N kg/ha + *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (18,87), siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (8,33).

Cuadro 12. Número de capsulas por plantas con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2018.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	N. de capsulas por plantas
192			18,36 <sup>ns</sup>
0			18,00
	<i>Azotobacter</i>	1,0	18,83 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	17,72
	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	17,98
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	18,87 a
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	17,83 abc
192	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	17,30 abcd
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	18,80 ab
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	17,60 abc
0	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	18,67 ab
192	0	0	19,10 a
0	0	0	8,33 e
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			Ns
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			**
C.V. (%)			17,89

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significativo

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.10. Número de semillas por capsulas

En el cuadro 13, se presenta los resultados del número de semillas por capsulas a los 120 días después de la siembra. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para las interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 10,32 %, respectivamente.

El número de semillas por capsulas 120 días después de la siembra se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento de *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (3,27) siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (8,33).

Cuadro 13. Numero de semillas por capsulas con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	N. de semillas por capsulas
192			3,00 <sup>ns</sup>
0			2,72
	<i>Azotobacter</i>	1,0	2,97 ns
	<i>Azospirillum</i>	1,0	2,67
	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	2,95
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	2,67 abc
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	2,67 abcd
192	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	2,83 ab
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	3,27 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	2,67 abc
0	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 +1,0	3,07 a
192	0	0	3,07 a
0	0	0	1,70 e
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			Ns
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			**
C.V. (%)			10,32

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significante

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.11. Peso de 1000 semillas

En el cuadro 14, se presenta los resultados del peso de 100 semillas por tratamientos. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para las interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 9,51 %, respectivamente.

El peso de 100 semillas por tratamientos se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azospirillum* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento de *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (86,67 gr) siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (52,00 gr).

Cuadro 14. Peso de 100 semillas con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Peso de 100 semillas en gr
192			81,89 <sup>ns</sup>
0			81,80
	<i>Azotobacter</i>	1,0	83,67 ns
	<i>Azospirillum</i>	1,0	86,83
	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	75,17
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	80,67 ab
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	91,33 a
192	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	73,67 abcd
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	86,67 a
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	82,33 ab
0	<i>Azotobacter + Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	76,67 abc
192	0	0	80,67 abc
0	0	0	52,00 e
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			*
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			**
C.V. (%)			9,51

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significante

D.D.S: días después de la siembra

#### 4.12. Rendimiento

En el cuadro 15, se presenta los resultados del rendimiento de producción por tratamientos. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para las interacciones, no existiendo las mismas para dosis de nitrógeno (FA) y microorganismos (FB). El coeficiente de variación fue de 19,79 %, respectivamente.

El rendimiento de producción por tratamientos se encontró que las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas, siendo la mayor la dosificación 192 N kg/ha. En microorganismos no se reportó significancia, con mayor valor en *Azotobacter* 1,0 L/ha. Las interacciones tuvieron en el tratamiento de 192 N kg/ha + *Azotobacter* 1,0 L/ha el mayor promedio (2765,42 kg /ha) siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos, pero diferente al Testigo Absoluto que tuvo menor valor (1218,02 kg/ha).

Cuadro 15. Rendimiento en producción con la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019.

Dosis Nitrógeno kg /ha	Microorganismo	Dosis L/ha	Rendimiento en kg /ha
192			2466,82 <sup>ns</sup>
0			2177,35
	<i>Azotobacter</i>	1,0	2627,15 <sup>ns</sup>
	<i>Azospirillum</i>	1,0	2488,85
	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	1848,76
192	<i>Azotobacter</i>	1,0	2765,42 a
192	<i>Azospirillum</i>	1,0	2627,12 a
192	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	2004,93 abc
0	<i>Azotobacter</i>	1,0	2488,88 ab
0	<i>Azospirillum</i>	1,0	2350,58 abc
0	<i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i>	1,0 + 1,0	1692,58 abc
192	0	0	2488,86 ab
0	0	0	1218,02 c
F.cal.Factor FA			Ns
F.cal.Factor FB			*
F.cal.Factor IAB			Ns
F.cal.Factor T1 vs T2			*
C.V. (%)			19,79

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$

ns = no significativo; \*\*: Altamente significativa

D.D.S: días después de la siembra

4.13. **Análisis de resultados:** A la Evaluación del comportamiento agronómico del maní (*Arachis hypogaea* L.), a la aplicación de fijadores biológicos de nitrógeno en la zona de Babahoyo

Tratamiento	Dosis	Altura de plantas	Longitud de la raíz	Díaz a la floración	Peso de raíz fresco	Peso de raíz seco	Peso foliar fresco	Peso foliar seco	Numero de capsulas por plantas	Numero de semillas por capsulas	Rendimiento en kg/ha
<b>Nitrógeno azotobacter</b>	192 Kg N/ha + 1lt/ha	47,33 cm	21,83 cm	36,00	5,07 g	2,03 g	75,10 g	27,80 g	18,87	2,67	2765,42 kg/ha
<b>Nitrógeno Azospirillum</b>	192 Kg N/ha + 1lt/ha	46,07 cm	18,17 cm	35,67	4,23 g	1,67 g	72,77 g	25,10 g	17,83	2,67	2627,12 kg/ha
<b>N. azotobacter + azospirillum</b>	192 Kg N/ha + 1lt/ha+1lt/ha	46,90 cm	21,00 cm	36,67	4,63 g	1,87 g	75,27 g	24,67 g	17,30	2,83	2004,93 kg/ha
<b>Azotobacter</b>	1lt/ha	4,87 cm	21,83 cm	36,67	5,73 g	2,03 g	75,67 g	26,30 g	18,80	3,27	2488,88 kg/ha
<b>Azospirillum</b>	1lt/ha	55,20 cm	21,33 cm	38,00	6,20 g	2,40 g	71,90 g	25,90 g	17,60	2,67	2350,58 kg/ha
<b>azotobacter + azospirillum</b>	1lt/ha+1lt/ha	48,73 cm	20,67 cm	37,00	5,20 g	2,13 g	75,00 g	27,63 g	18,67	3,07	1692,58 kg/ha
<b>Testigo Nitrógeno</b>	192Kg/ha	50,73 cm	21,82 cm	37,67	5,17 g	2,10 g	74,70 g	23,03 g	19,10	3,07	2488,86 kg/ha
<b>Testigo absoluto</b>	0	37,53 cm	15,00 cm	39,00	1,13 g	0,65 g	49,03 g	19,40 g	8,33	1,70	1218,02 kg/ha

En el análisis de resultados se puede observar que el mejor tratamiento lo obtuvo la aplicación de 192kg/ha mas **azotobacter** 1lt/ha el cual presento un rendimiento de 2765.42 Kg/ha.

#### 4.14. Análisis Económico

Cuadro 16 Análisis económico del cultivo de maní. Evaluación del comportamiento agronómico del maní (*Arachis hypogaea* L.), a la aplicación de fijadores biológicos de nitrógeno en la zona de Babahoyo”.

Tratamientos	Dosis/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Ingresos \$	Costo Fijo \$	Costo Variable			Costo cosecha y transporte \$	Costo Total \$	Utilidad Neta \$
					Fertilizantes \$	Fijadores biológicos \$	Mano de obra \$			
Nitrógeno <i>azotobacter</i>	192 Kg N/ha + 1lt/ha	2765,42	4424,0	772,97	59,8	22,50	36	497,7	1388,97	3035,03
Nitrógeno <i>Azospirillum</i>	192 Kg N/ha + 1lt/ha	2627,12	4203,2	772,97	59,8	22,50	36	472,86	2364,13	1839,07
N. <i>azotobacter</i> + <i>azospirillum</i>	192 Kg N/ha + 1lt/ha+1lt/ha	2004,12	3206,4	772,97	59,8	45	36	360,72	1274,49	1931,91
<i>Azotobacter</i>	1lt/ha	2488,88	3981,6	772,97	0	22,50	12	447,93	1255,40	2726,2
<i>Azospirillum</i>	1lt/ha	2350,58	3760,8	772,97	0	22,50	12	423,09	1230,56	2530,24
<i>azotobacter</i> + <i>azospirillum</i>	1lt/ha+1lt/ha	1692,58	2712,8	772,97	0	45	12	305,19	1135,16	1577,64
Testigo Nitrógeno	192Kg/ha	2488,86	3981,6	772,97	59,8	0	12	447,93	1292,7	2688,9
Testigo absoluto	0	1218,02	1948,8	772,97	0	0	0	219,24	992,21	955,79

#### 4.15. Análisis Microbiológico

En el Cuadro 12, se observan los promedios del análisis microbiológico realizado a los tratamientos.

El cuadro 11, muestra los promedios de población de esporas, encontrados en el análisis realizado.

Los resultados de las muestras tomadas antes de las aplicaciones y la muestra final determinaron un aumento sustancial en las poblaciones de *Azospirillum*, en los tratamientos 1, Tratamiento 2, Tratamiento 3 y Tratamiento 5, mientras que los tratamientos 4, 6, 7 y 8, no aumentaron dichas poblaciones, siendo el testigo el que logro disminución en las poblaciones.

En el caso de *Azotobacter* los resultados muestran de igual manera poblaciones altas en los tratamientos 1, Tratamiento 2, Tratamiento 3 y Tratamiento 5, mientras que los tratamientos 4, 6, 7 y 8, no aumentaron las mismas, siendo el testigo el que logro disminución en las poblaciones.

Cuadro 11. Análisis de correlacional a la aplicación de nitrógeno y microorganismo en maní. Babahoyo, 2019

Tratamientos	Muestra inicial Esporas/g		Muestra final Esporas/g	
	<i>Azospirillum</i>	<i>Azotobacter</i>	<i>Azospirillum</i>	<i>Azotobacter</i>
Tratamiento 1	7801500	959500	10546800	1177000
Tratamiento 2	7801500	959500	10322400	1155000
Tratamiento 3	7801500	959500	10428000	1166000
Tratamiento 4	7801500	959500	9807600	1045000
Tratamiento 5	7801500	959500	10322400	1155000
Tratamiento 6	7801500	959500	9649200	1078000
Tratamiento 7	7801500	959500	7959600	968000
Tratamiento 8	7801500	959500	6771600	924000

## V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este trabajo experimental se concluye lo siguiente:

1. Las plantas sembradas en el sistema de fertilización nitrógeno microorganismo presento un mejor comportamiento agronómico en relación al sistema de solo microorganismos.
2. El maní tratado con fertilización 192 N kg/ha más *azotobacter* presentaron mejores resultados en relación con los tratamientos no tratados (sin nitrógeno).
3. La interacción del sistema fertilización nitrógeno 192 kg/ha más *azotobacter* 1.0 La/ha reporto un mejor comportamiento agronómico para las plantas tratadas.
4. Las variaciones de altura de plantas, longitud de la raíz, altura de la rama central peso del aria filiar y radicular no presentaron significancia estadística pero per si su mayor valor con los tratamientos de nitrógeno 192 kg /ha y con los tratamientos de 192 N kg/ha mas *azotobacter* 1.0 L/ha.
5. El mayor rendimiento se presentó con el tratamiento de fertilización nitrógeno 192 kg/ha mas *azotobacter* en dosis de 1.0 L/ha con 2765,42 kg/ha.
6. El tratamiento con fertilización nitrógeno 192 kg/ha mas *azotobacter* en dosis de 1.0 L/ha alcanzo su utilidad de \$ 3 035,03.



## VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda lo siguiente:

1. Realizar aplicaciones con nitrógeno 192 kg/ha mas *azotobacter* 1.0 L /ha para incrementar el rendimiento del cultivo de maní.
2. Emplear en la siembra un híbrido de INIAP 381 rosita para lograr su buen rendimiento en la zona.
3. Implementar otros trabajos similares con otros genotipos de microorganismos en el maní.
4. Realizar este trabajo experimental en otras zonas agrícolas y bajo otras condiciones agrometeorológicas.

## VII. RESUMEN

El maní (*Arachis hypogaea L.*), es una oleaginosa que provee aceite de excelente calidad a nivel mundial. En el Ecuador se cultivan aproximadamente de 12 000 a 15 000 ha de maní, existiendo en la costa 1 600 ha con una producción 1 500 t. año<sup>1</sup>. Uno de los factores negativos en la producción de maní es la falta de conocimiento en la incorporación de microorganismo benéficos al suelo, que pueden mejorar la fertilidad del suelo y ayudan al desarrollo y el rendimiento del cultivo, entre los microorganismos benéficos están las bacterias fijadoras de nitrógeno como azotobacter y azospirillum que promueven el desarrollo de las plantas. El objetivo del trabajo experimental es evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento del maní (*Arachis hypogaea L.*), “INIAP – 381 ROSITA” a la aplicación de Azotobacter, Azospirillum y niveles de fertilización edáfica en la zona de Babahoyo. El presente trabajo experimental se llevó a cabo en los predios de la Granja “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7½ de la vía Babahoyo – Montalvo, La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media de 24,61 °C; precipitación anual de 1 500,5 mm; humedad relativa de 77 % y 309 horas de heliofanía de promedio anual. El suelo presenta topografía plana, textura franca – arcilloso, La siembra se ejecutó en parcelas que presentaron áreas de 4,29 m<sup>2</sup> para lo cual se utilizó semilla de maní variedad INIAP – Rosita 381. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar mediante factores biológicos como azotobacter, azospirillum y fertilización nitrogenada. Para los resultados de los datos se utilizó la prueba de Tukey al 95% de significancia. A los 40, 60 y 120 se evaluaron altura de la planta, longitud de la raíz días a floración. Al finalizar el ciclo del cultivo se evaluó número de capsulas por plantas, número de semillas por capsulas, masa fresca y seca de plantas, peso de 100 semillas, análisis económico y se realizó un análisis de microorganismo para determinar el número de población de bacterias.

Palabras claves: Maní, Factores, *Azotobacter*, *Azospirillum* Nitrógeno y Tratamientos.

## VIII. SUMMARY

The peanut (*Arachis hypogaea* L.), is an oilseed that provides oil of excellent quality worldwide. In Ecuador approximately 12,000 to 15,000 ha of peanuts are cultivated, there being 1 6,000 ha on the coast with a production of 1 500 t. year<sup>1</sup>. One of the negative factors in the production of peanuts is the lack of knowledge in the incorporation of beneficial microorganisms to the soil, which can improve soil fertility and help the development and yield of the crop, among the beneficial microorganisms are the nitrogen-fixing bacteria such as azotobacter and azospirillum that promote the development of plants. The objective of the experimental work is to evaluate the agronomic performance and yield of peanuts experimental (*Arachis hypogaea* L.), "INIAP - 381 ROSITA" to the application of Azotobacter, Azospirillum and levels of edaphic fertilization in the Babahoyo area. The present work was carried out in the farms of the Farm "San Pablo" of the Technical University of Babahoyo, located in the Km. 7½ of the Babahoyo - Montalvo road, The zone presented a humid tropical climate, with average temperature of 24.61 ° C; annual precipitation of 1 500.5 mm; relative humidity of 77% and 309 hours of annual average heliophany. The soil has a flat topography, loamy clay texture. The sowing was carried out in plots that presented areas of 4.29 m<sup>2</sup> for which INIAP - Rosita 381 peanut variety was used. The treatments were distributed in a completely randomized block design using biological factors such as azotobacter, azospirillum and nitrogen fertilization. For the results of the data, the Tukey test at 95% significance was used. At 40, 60 and 120, plant height was evaluated, root length days to flowering. At the end of the crop cycle, number of capsules per plant, number of seeds per capsules, fresh and dry mass of plants, weight of 100 seeds, economic analysis was evaluated and a microorganism analysis was carried out to determine the number of bacteria population.

Key Words: Peanuts, Factors, Azotobacter, Azospirillum Nitrogen and Treatments.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- al, Brenner et. «Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de Azotobacter spp. aislados de la rizósfera de malezas en cultivos de maíz (Zea mays L.).» *Scientia Agropecuaria*, 2005: 249.
- al., Brenner et. «Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de Azotobacter spp. aislados de la rizósfera de malezas en cultivos de maíz (Zea mays L.).» *Scientia Agropecuaria*, 2055.
- Allan, Graham. «Fijación biológica de nitrógeno.» *Revista Científica UDO Agrícola*, 2004.
- Al-Químicos. *Blog de cursos y estudiantes de Químicas del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas en la Universidad de las Américas Puebla*. 16 de 05 de 2007. <http://al-quimicos.blogspot.com/2007/05/nitrogenasa.html> (último acceso: 11 de 11 de 2018).
- Aunon, Carlos, y Fernandez. «Fijacion Biologoca de nitrogeno en la vida libre.» *Fijacion de nitrogeno en la vida libre*, 2009: 9.
- Bashan. *Microbiología de los suelos*. Scribd, 2004.
- Bastin, R.R. *EcuRed*. 1970. <https://www.ecured.cu/Giberelina> (último acceso: 18 de 10 de 2018).
- Bosques, Mediterraneo. «Simbiosis: raices con bacterias fitadores de nitrogeno.» *PortalFruticola.com*, 2016: 4.
- Caballero-Mellado, Jesús. *Programa de Ecología Molecular y Microbiana, Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, UNAM, Ap. P. 565-A, Cuernavaca, Mor., México*. Cuernavaca, Mor., México.: UNAM, Ap. P. 565-A, 2003.
- Cecagno, R, T,E Fritsch, y Schrank. *Las bacterias que promueven el crecimiento de las plantas Azospirillum amazonense: versatilidad genómica y vía de las fitohormonas*. 2015.
- Cecagno, Ricardo, Tiago Ebert Fritsch, y Irene Silveira Schrank. «Las bacterias que promueven el crecimiento de las plantas Azospirillum amazonense: Versatilidad genómica y vía de las fitohormonas.» *BioMed Research International*, 2015: 7.
- Collados. *Microbiología de suelos*. Scribd, 2006.
- Contreras, Roman. *Fiologia Vegetal*. 15 de 04 de 2013. <https://biologia.laguia2000.com/fisiologia-vegetal/hormonas-vegetales-citoquininas> (último acceso: 18 de 10 de 2018).
- La guia*. 09 de 05 de 2013. <https://biologia.laguia2000.com/fisiologia-vegetal/hormonas-vegetales-auxinas> (último acceso: 18 de 10 de 2018).

- Cordoba. «Bacterias nativas con potencial en la producción del ácido Indolacético para mejorar los pastos.» *Zootenia Trop*, 2011: 20(2).
- Cuauro, Marife. *Beneficios y propiedades nutritivas del Maní*. 30 de 3 de 2008. <https://www.venologia.com/archivos/2270/> (último acceso: 11 de 11 de 2018).
- Dugan. «fijación biológica de nitrógeno.» *Revista Científica UDO Agrícola Vol. 4, Núm. 1, 2004, pp. 1-20, 2004.*
- Espín, Guadalupe. *Biología de Azotobacter vinelandii*. Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.
- Fernandez, Rafael Carlos Auñón. «FIJACIÓN DE NITRÓGENO EN VIDA LIBRE.» *MICROBIOLOGIA*, 2009: 9.
- Flores, Flor. *Flor Flores .com*. 22 de 03 de 2010. <http://www.florflores.com/el-mani/> (último acceso: 11 de 11 de 2018).
- Giayetto. 5 de 10 de 2017. <https://inta.gob.ar/documentos/caracterizacion-del-crecimiento-del-fruto-de-mani> (último acceso: 14 de 12 de 2018).
- Gomez, M.M, E.C Mercado, y E.G Pinela. *Azospirillum una rizobacteria con uso potencial en la agricultura*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2015.
- González, Okon and Labandera. *Microbiología de los suelos*. Scribd, 1994.
- Gonzalez, Monica. *Fijación de nitrógeno*. 13 de 09 de 2010. <https://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/fijacion-de-nitrogeno> (último acceso: 02 de 10 de 2018).
- Horna, y Escobar. «Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de Azotobacter spp. aislados de la rizósfera de malezas en cultivos de maíz (Zea mays L.)» *Scientia Agropecuaria*, 2011.
- Ibáñez, Juan José. *Funciones de los Organismos del Suelo: La biota Edáfica*. 25 de 03 de 2007. <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/03/25/62254> (último acceso: 02 de 10 de 2018).
- Ideagro. *Ideagro*. 22 de 03 de 2015. <http://www.ideagro.es/index.php/noticias/78-bacterias-fijadoras-de-nitrogeno-en-agricultura-alternativa-al-uso-de-fertilizacion-nitrogenada-inorganica> (último acceso: 15 de 10 de 2018).
- Jordan, M, y J Casaretto. *EcuRed*. 2006. <https://www.ecured.cu/Giberelina> (último acceso: 18 de 10 de 2018).
- Kannaiyan, S. (Ed.). *Bioteología de los biofertilizantes*. 2002.
- Lluch, y Gonzalez. «Incrementos de la fijación biológica del nitrógeno.» *Monografias.com agricultura y ganaderia*, 1992: 2.

- London, Hall, y Chapman. «Fertilización del mani.» *Agricultura Orgánica en el trópico y subtropico*, 2000: 13.
- Martín, Silvia Alguacil. *Estación Experimental del Zaidín*. 27 de 04 de 2010. <https://www2.eez.csic.es/files/NOTA%20DE%20PRENSA%2027-05-2010.pdf> (último acceso: 18 de 10 de 2018).
- Martínez-Viera. *monografias.com agricultura y ganaderia*, 1986.
- Martínez-Viera. «Incrementos de la fijación biológica del nitrógeno.» *monografias.com agricultura y ganaderia*, 1986.
- Mayea. «Incrementos de la fijación biológica del nitrógeno.» *monografias.com agricultura y ganaderia*, 1998.
- Microinmuno. *Los medios de cultivo en microbiología*. 13 de 02 de 2009. <https://www.google.com/> (último acceso: 12 de 11 de 2018).
- Naturlang. «Naturlang .» *Naturlang* . 2000. [https://azueroearthproject.org/wp-content/uploads/2013/07/A.C1015\\_Augstburger\\_2000\\_spa.pdf](https://azueroearthproject.org/wp-content/uploads/2013/07/A.C1015_Augstburger_2000_spa.pdf).
- Olivares, José. *Fijación biológica de Nitrógeno*. 02 de 08 de 2008. <https://www2.eez.csic.es/olivares/ciencia/fijacion/> (último acceso: 02 de 10 de 2018).
- Park. *Bacterias nativas con potencial en la producción del ácido Indolacético para mejorar los pastos*. Montereí, Córdoba. Colombia: Zootecnia Trop., 29(2): 187-194. 2011, 2005.
- Pascual, José Olivares. *Fijación Biológica de nitrógeno* . 08 de 02 de 2008. <https://www2.eez.csic.es/olivares/ciencia/fijacion/> (último acceso: 30 de 09 de 2018).
- Peña Malacara, Carlos F. , y Andrés García Romero. «La belleza de una bacteria, el caso de *Azotobacter vinelandii*.» *Hypatrhia*, 2014.
- Productor, El. *Manejo del cultivo de maní*. 9 de Abril de 2018. <http://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/manejo-del-cultivo-de-mani/> (último acceso: 30 de Septiembre de 2018).
- Pugnaire, Francisco I.,. «La conexión entre plantas y microorganismos del suelo y respuesta al cambio global.» *Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC, Almería*, 2015.
- Quispe, y Gallegos. *Evaluación de cepas nativas de Azotobacter spp como agente reductor de urea en el cultivo de ñapa de azúcar (Saccharum spp)*. Cali: Incauca, 2009.
- Robson, y Postgate. «Fijación biológica de nitrógeno.» *Revista Científica UDO Agrícola Vol. 4, Núm. 1, 2004, pp. 1-20*, 2004.

- Rodelas, Según. «Incrementos de la fijación biológica del nitrógeno.» *monografias.com agricultura y ganaderia*, 2001.
- Sandiga. *maniparati.blogspot.com*. Miércoles de Junio de 2011. <http://maniparati.blogspot.com/2011/06/el-mani.html> (último acceso: Domingo de Septiembre de 2018).
- Steenhoudt, O., & Vanderleyden, J. *Azospirillum, una bacteria fijadora de nitrógeno de vida libre estrechamente relacionada con los pastos: aspectos genéticos, bioquímicos y ecológicos*. 2000.
- Steenhoudt, O., y J Vanderleyden. *Azospirillum, una bacteria fijadora de nitrógeno de vida libre estrechamente relacionada con los pastos: aspectos genéticos, bioquímicos y ecológicos*. 2000.
- Tchan, Pochon y. «Incrementos de la fijación biológica del nitrógeno.» *Monografias.com agricultura y ganaderia*, 1948.
- Tejada , y Ayala. *Evaluación de 13 líneas de maní (Hrachis hypogogaea.) tipo Valencia en la base al rendimiento y otras carateristicas deseables para siembra en la provinvia de los rios*. Santa Elena: Universidad catolica de santiago de guayaquil, 2019.
- Tomas, Gavin. *SCIENCE*. 29 de 03 de 2001. <https://www.jic.ac.uk/SCIENCE/molmicro/Azot.html> (último acceso: 15 de 10 de 2018).
- Tortora, G. J., Funke, B. R., y Case, C. L. *Introducción a la microbiología. Ed. Médica Panamericana*. 2007.
- Virgen, G,C, y E.A Molina. *Bacterias promotoras del crecimiento vegetal. Cursos online INTAGRI. - Manejo nutricional de la piña. Cursos online Intagri*. 2013. <https://www.intagri.com/index.php/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura> (último acceso: 15 de 10 de 2018).
- Winogradski. «Incrementos de la fijación biológica del nitrógeno.» *Monografias.com agricultura y ganaderia*, 1938.

## X. ANEXOS



**AGRODIAGNOSTIC S.A.**

**Oficinas & Planta**

**Av. Interoceánica s/n y Fernández Salvador (Pifo-Quito)**

Identificación de muestras	UFC/gss	
	Actinomicetos ( <i>Azospirillum</i> )	Actinomicetos ( <i>Azotobacter</i> )
SECTOR 1	1054300	1177000
SECTOR 2	1032140	1155000
SECTOR 3	1042000	1166000
SECTOR 4	9807600	1045000
SECTOR 5	10322400	1155000

## XI. LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA REPORTE DE MICROBIOLÓGICO

**Nombre:** Sr. ALEXIS PINCAY

**Remitente:** Sr. ALEXIS PINCAY

**Hacienda:** SAN PABLO

**Localización:** BABAHOYO

SECTOR 6 9649200 1078000

SECTOR 7 7959600 968000

---

SECTOR 8 6771600 924000

**gss: gramos de suelo seco**

**Factura #:** 17658

**F/Muestreo:** 22/11/2018

**F/Ingreso:** 24/11/2018

**F/Salida:** 28/12/2018

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras

Atentamente,

Ing. Bio. Karla Garces Murillo  
Gerente Técnico Agrodiagnostic S.A.



**AGRODIAGNOSTIC S.A.**  
**Oficinas & Planta**  
**Av. Interoceànica s/n y Fernàndez Salvador (Pifo-Quito)**

Identificación de muestras	Actinobacterias (Azospirillum)	UFC/gss Actinomicetos (Azotobacter)
SECTOR 4	0	0

gss: gramos de suelo seco



**XII. LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA**  
**REPORTE DE MICROBIOLOGICO**

**Nombre:** Sr. ALEXIS PINCAY  
**Remitente:** Sr. ALEXIS PINCAY  
**Hacienda:** SAN PABLO  
**Localización:** BABAHOYO

**Factura #:** 16570  
**F/Muestreo:** 20/07/2018  
**F/Ingreso:** 23/07/2018  
**F/Salida:** 18/08/2018

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras

Atentamente,

Ing. Bio. Karla Garces Murillo Gerente  
 Tecnico Agrodiagnostic S.A.

## Anexo 2. Fotografías



**Imagen 1 Fuente: Lugar del Área experimental donde se realizó el proyecto en 429m<sup>2</sup> 2017-UTB FACIAG**



**Imagen 2 Fuente: Se realizaron aplicaciones de Muriato de potasio de 55kg/ha donde se aplicaron 49.5g por parcela**



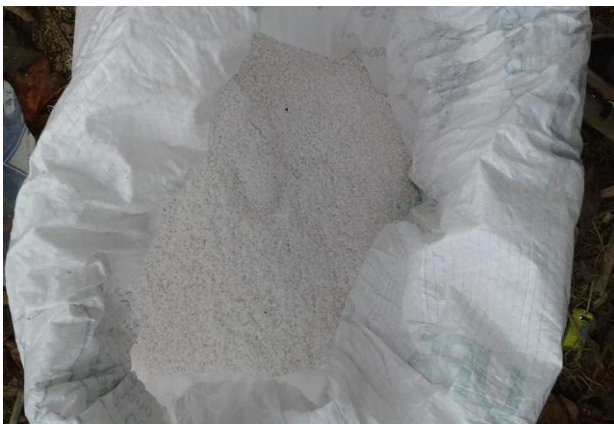
**Imagen 3 Fuente: Muriato de potasio Se procedido a tomar el peso de los 49.5g de muriato de potasio para cada aplicación de 9m<sup>2</sup>**



**Imagen 3 Fuente:** Se realizo apelaciones de fosforo de 22kg/ha al se aplico 21.59g por parcela del área experimental



**Imagen 4 Fuente:** Se procedió a pesar el fertilizante de los 21.59g que se aplicó en el área experimental.



**Imagen 4 Fuente:** Se realizaron aplicaciones de urea 208Kg/ha en la cual se procedió aplicar 187.2g por área de la parcela experimental.



**Imagen 5 Fuente:** Urea Nitrógeno se pesó la cantidad en gramos de 187.2g para proceder a la aplicación del fertilizante



**Imagen 6 Fuente:** *Azospirillum*

Para la aplicación del producto la recomendación fue de 1000cc en 300lt de agua donde aplicaron 2.7cc del producto por tratamiento.



**Imagen 7 Fuente:** *Azospirillum*

Se procedió a tomar la medida del producto don de aplicaron los 2.7cc por tratamiento o 66.66cc por bombada de cada 20 lt de agua.



**Imagen 8 Fuente: *Azotobacter***

Para la aplicación del producto la recomendación fue de 1000cc en 300lt de agua donde aplicaron 2.7cc del producto por tratamiento.



**Imagen 9 Fuente: *Azotobacter***

Se procedió a tomar la medida del producto donde se aplicaron los 2.7cc por tratamiento o 66.66cc por bombada de cada 20 lt de agua.



**Imagen 10 Fuente:** A los 20 días el cultivo presento una buena estabilidad en lo que es crecimiento y reproducción vegetativa



**Imagen 11 Fuente:** Aplicación de los fijadores biológicos de nitrógeno se procedido a calibrar el equipo bomba CP3 donde se realizó una aplicación de 270ml de agua por 9m<sup>2</sup>



**Imagen 12 Fuente:** La longitud de la raíz se le evaluó a los 40,60,120 días después de la siembra donde se expreso las cantidades en cm



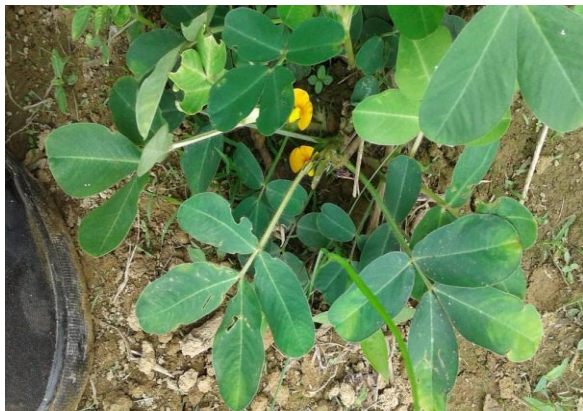
**Imagen 13 Fuente:** A los 35 a 40 días se procedió a realizar monitores de las plantas para observar los tratamientos que tenían mas del 50% de floracion emitidas



**Imagen 14 Fuente:** Se procedió a tomar la altura de la planta a los 40,60 y120 días después de la siembra donde los datos fueron expresados a cm.



**Imagen 15 Fuente:** Para el Control fitosanitario se realizaron monitoreos de plagas donde se pudo observar infestaciones de mosca blanca o *Bemisia tabaco* como Control se aplicó: Acetamiprid 200 gr/Ha, Thiamethoxan 125 cc/ha, Lambdacihalotrina (Engeo, Conquest) 150 cc/Ha.



**Imagen 16 Fuente:** Lorito verde o *Empoasca vitis* este insecto es un vector que si no es controlado a tiempo pue provocar virosis a las plantas se realizaron aplicaciones de Lambdacihalotrina a 150 cc/ha.



**Imagen 17 Fuente:** Orozco *Phyllophaga spp* puede causar grandes daños a la capsula si no es controlado a tiempo se realizaron aplicaciones de thiodicar 300 cc / ha y metpmil 200 g/ha.



**Imagen 18 Fuente:** Labores culturales se realizo el aporque a los 40 y 60 días después de la siembra para que el suelo este mas suelto y los clavos puedan ingresar al suelo.



**Imagen 19 Fuente: Riego**

**Se realizan 6 riegos hasta que el cultivo  
llegara a su etapa de formación de capsulas  
90 días**



**Imagen 20 Fuente: Labores culturales del cultivo  
se realizó un control de malezas manual donde se  
utilizaron materiales como machetes rabones**



**Imagen 21 Fuente: Visita técnica**

**Ing. Hasan**



**Imagen 22 Fuente: Evaluación del área foliar del cultivo**



**Imagen 23 Fuente: Toma de datos a evaluar**

Se procedió a tomar el peso fresco del área foliar por cada tratamiento para después expresarlo en g



**Imagen 24 Fuente: Toma de datos a evaluar**

Se realizó la tomar el peso de raíz fresco por cada tratamiento a los 120 días para después expresarlo en g



**Imagen 25 Fuente: Toma de datos a evaluar**

Se procedió a tomar el peso del área foliar seco por cada tratamiento para después expresarlo en



**Imagen 26 Fuente: Toma de datos evaluar**

Se realizó la tomar el peso de raíz seco por cada tratamiento a los 120 días para después expresarlo en g



**Imagen 25 Fuente: Pasos de laboratorio**

Pesar los tratamientos para obtener el peso fresco



**Imagen 25 Fuente: Pasos de laboratorios**

Colocar los tratamientos en fundas de papel para meterlas a la estufa a una temperatura 65<sup>0</sup>c por 48 horas



## 12.1. Anexo 3. Resultados del análisis de varianza (ADEVA)

### 12.1.1. Altura de plantas a los 40 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	384,19	23				
Trat.	299,33	7	42,76	7,06 **	2,76	4,28
FA	0,47	1	0,47	0,08 ns	4,6	8,86
FB	1,63	2	0,82	0,14 ns	3,74	6,51
IAB	7,52	2	3,76	0,62 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	269,34	1	269,34	44,45 *	4,6	8,86
Tgo vs R	20,37	1	20,37	3,36 ns	4,6	8,86
Error	84,86	14	6,06			

### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	56,1	63	59
A2	59,8	57,2	58,2

### Cuadro de testigos

--	--	--	--	--	--
T1	25,4	21,6	25,6	72,6	24,2
T2	10,2	12,6	9,6	32,4	10,8

### 12.1.2. Altura de plantas a los 60 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	747,95	23				
Trat.	434,79	7	62,11	2,78 *	2,76	4,28
FA	3,92	1	3,92	0,18 ns	4,6	8,86
FB	22,95	2	11,48	0,51 ns	3,74	6,51
IAB	42,45	2	21,23	0,95 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	349,61	1	349,61	15,63 *	4,6	8,86
Tgo vs R	15,87	1	15,87	0,71 ns	4,6	8,86
Error	313,16	14	22,37			

### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	56,1	63	59
A2	59,8	57,2	58,2

### Cuadro de testigos

--	--	--	--	--	--
T1	25,4	21,6	25,6	72,6	24,2
T2	10,2	12,6	9,6	32,4	10,8

### 12.1.3. Altura de plantas a los 120 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1344,94	23				
Trat.	523,87	7	74,84	1,28 ns	2,76	4,28
FA	77,7	1	77,7	1,32 ns	4,6	8,86
FB	28,65	2	14,33	0,24 ns	3,74	6,51
IAB	55,82	2	27,91	0,48 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	261,36	1	261,36	4,46 ns	4,6	8,86
Tgo vs R	100,34	1	100,34	1,71 ns	4,6	8,86
Error	821,07	14	58,65			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	142	138,2	140,8
A2	146,6	165,6	146,2

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	50,2	46,8	55,2	152,2	50,73
T2	28,2	42,2	42,2	112,6	37,53

### 12.1.4. Longitud de la raíz a los 40 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	208,23	23				
Trat.	168,84	7	24,12	8,58 **	2,76	4,28
FA	14,04	1	14,04	5 *	4,6	8,86
FB	23,44	2	11,72	4,17 *	3,74	6,51
IAB	16,69	2	8,35	2,97 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	59,53	1	59,53	21,19 **	4,6	8,86
Tgo vs R	55,13	1	55,13	19,62 **	4,6	8,86
Error	39,39	14	2,81			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	51,2	39,4	37,5
A2	38,5	34,8	38,9

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	10	13	16	39	13
T2	7	6,1	7	20,1	6,7

### 12.1.5. Longitud de la raíz a los 60 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	254,97	23				
Trat.	195,55	7	27,94	6,59 **	2,76	4,28
FA	4,22	1	4,22	1 ns	4,6	8,86
FB	17,32	2	8,66	2,04 ns	3,74	6,51
IAB	1,87	2	0,94	0,22 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	127,88	1	127,88	30,16 **	4,6	8,86
Tgo vs R	44,26	1	44,26	10,44 **	4,6	8,86
Error	59,42	14	4,24			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	55,8	48,4	50,33
A2	51,33	44,33	50,16

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	16,5	18,4	19,6	54,5	18,17
T2	9,1	8,6	9,1	26,8	8,93

### 12.1.6. Longitud de la raíz a los 120 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	396,18	23				
Trat.	251,85	7	35,98	3,49 *	2,76	4,28
FA	16,06	1	16,06	1,56 ns	4,6	8,86
FB	44,33	2	22,17	2,15 ns	3,74	6,51
IAB	44,78	2	22,39	2,17 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	102,51	1	102,51	9,94 *	4,6	8,86
Tgo vs R	44,17	1	44,17	4,28 ns	4,6	8,86
Error	144,33	14	10,31			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	65,5	64	62
A2	65,5	45	64

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	20	22	22	64	21,33
T2	12	12	15,2	39,2	13,07

### 12.1.7. Altura de la rama centra a los 40 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	67,25	23				
Trat.	29,92	7	4,27	1,6 ns	2,76	4,28
FA	7,47	1	7,47	2,8 ns	4,6	8,86
FB	1,62	2	0,81	0,3 ns	3,74	6,51
IAB	2,37	2	1,19	0,45 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	15,04	1	15,04	5,63 *	4,6	8,86
Tgo vs R	3,42	1	3,42	1,28 ns	4,6	8,86
Error	37,33	14	2,67			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	30,4	30,4	26,2
A2	25,2	24,8	25,4

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	12,2	9	8	29,2	9,73
T2	7,1	6,8	5,8	19,7	6,57

### 12.1.8. Altura de la rama centra a los 60 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	351,76	23				
Trat.	184,53	7	26,36	2,21 ns	2,76	4,28
FA	8	1	8	0,67 ns	4,6	8,86
FB	17,3	2	8,65	0,72 ns	3,74	6,51
IAB	22,24	2	11,12	0,93 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	134,43	1	134,43	11,25 *	4,6	8,86
Tgo vs R	2,56	1	2,56	0,21 ns	4,6	8,86
Error	167,23	14	11,95			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	50,2	44,6	45,8
A2	47,8	45,8	59

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	17	21,6	22,2	60,8	20,27
T2	10	12,2	10,2	32,4	10,8

### 12.1.9. Altura de la rama centra a los 120 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	322,32	23				
Trat.	212,59	7	30,37	3,87 *	2,76	4,28
FA	7,22	1	7,22	0,92 ns	4,6	8,86
FB	9,37	2	4,69	0,6 ns	3,74	6,51
IAB	28,44	2	14,22	1,81 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	166,43	1	166,43	21,23 *	4,6	8,86
Tgo vs R	1,13	1	1,13	0,14 ns	4,6	8,86
Error	109,73	14	7,84			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	87,8	82,6	81,6
A2	83,8	84	95,6

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	29	33,8	37,4	100,2	33,4
T2	22	24,2	22,4	68,6	22,87

### 12.1.10. Días a floración

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	107,96	23				
Trat.	33,29	7	4,76	0,89 ns	2,76	4,28
FA	5,56	1	5,56	1,04 ns	4,6	8,86
FB	1	2	0,5	0,09 ns	3,74	6,51
IAB	3,44	2	1,72	0,32 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	20,17	1	20,17	3,78 ns	4,6	8,86
Tgo vs R	3,12	1	3,12	0,59 ns	4,6	8,86
Error	74,67	14	5,33			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	108	107	110
A2	110	114	111

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	38	37	38	113	37,67
T2	35	34	33	102	34

### 12.1.11. Peso fresco de raíz

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	63,57	23				
Trat.	50,57	7	7,22	7,76 **	2,76	4,28
FA	5,12	1	5,12	5,51 *	4,6	8,86
FB	0,71	2	0,36	0,39 ns	3,74	6,51
IAB	1,83	2	0,92	0,99 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	24,4	1	24,4	26,24 **	4,6	8,86
Tgo vs R	18,51	1	18,51	19,9 **	4,6	8,86
Error	13	14	0,93			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	15,2	12,7	13,9
A2	17,2	18,6	15,6

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	6,2	5,1	4,2	15,5	5,17
T2	1,2	1	1,2	3,4	1,13

### 12.1.12. Peso de raíz seco

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	8,78	23				
Trat.	5,95	7	0,85	4,25 *	2,76	4,28
FA	0,5	1	0,5	2,5 ns	4,6	8,86
FB		2		0 ns	3,74	6,51
IAB	0,42	2	0,21	1,05 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	3,15	1	3,15	15,77 **	4,6	8,86
Tgo vs R	1,88	1	1,88	9,39 **	4,6	8,86
Error	2,83	14	0,2			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	6,1	5	5,6
A2	6,1	7,2	6,4

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	2,8	1,6	1,9	6,3	2,1
T2	0,72	0,63	0,6	1,95	0,65

### 12.1.13. Peso foliar fresco

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1937,06	23				
Trat.	1720,39	7	245,77	15,88 **	2,76	4,28
FA	0,11	1	0,11	0,01 ns	4,6	8,86
FB	34,93	2	17,47	1,13 ns	3,74	6,51
IAB	1,54	2	0,77	0,05 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	988,17	1	988,17	63,84 **	4,6	8,86
Tgo vs R	695,64	1	695,64	44,94 **	4,6	8,86
Error	216,67	14	15,48			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	225,3	218,3	225,8
A2	227	215,7	225,3

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	77,7	72,8	73,6	224,1	74,7
T2	45,3	50,9	50,9	147,1	49,03

### 12.1.14. Peso foliar seco

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	377,75	23				
Trat.	156,74	7	22,39	1,42 ns	2,76	4,28
FA	2,57	1	2,57	0,16 ns	4,6	8,86
FB	7,27	2	3,64	0,23 ns	3,74	6,51
IAB	14,97	2	7,49	0,47 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	19,44	1	19,44	1,23 ns	4,6	8,86
Tgo vs R	112,49	1	112,49	7,12 *	4,6	8,86
Error	221,01	14	15,79			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	83,4	75,3	74
A2	78,9	77,7	82,9

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	22,2	20,6	26,3	69,1	23,03
T2	16,6	18,9	22,8	58,3	19,43

### 12.1.15. Numero de capsulas por plantas

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	400,94	23				
Trat.	270,41	7	38,63	4,14 *	2,76	4,28
FA	0,57	1	0,57	0,06 ns	4,6	8,86
FB	4,08	2	2,04	0,22 ns	3,74	6,51
IAB	2,32	2	1,16	0,12 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	173,88	1	173,88	18,66 **	4,6	8,86
Tgo vs R	89,55	1	89,55	9,61 **	4,6	8,86
Error	130,53	14	9,32			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	56,6	53,5	51,9
A2	56,4	52,8	56

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	16,8	17,9	22,6	57,3	19,1
T2	10	7	8	25	8,33

### 12.1.16. Numero de semillas por plantas

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	5,9	23				
Trat.	4,79	7	0,68	8,5 **	2,76	4,28
FA	0,34	1	0,34	4,25 ns	4,6	8,86
FB	0,34	2	0,17	2,13 ns	3,74	6,51
IAB	0,28	2	0,14	1,75 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	2,8	1	2,8	35,02 **	4,6	8,86
Tgo vs R	1,03	1	1,03	12,83 **	4,6	8,86
Error	1,11	14	0,08			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	8	8	8,5
A2	9,8	8	9,2

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	3	3,4	2,8	9,2	3,07
T2	1,6	2	1,5	5,1	1,7



### 12.1.17. Peso de 100 semillas

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	3718	23				
Trat.	2947,33	7	421,05	7,65 **	2,76	4,28
FA		1		0 ns	4,6	8,86
FB	436,78	2	218,39	3,97 *	3,74	6,51
IAB	189	2	94,5	1,72 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	1232,67	1	1232,67	22,39 **	4,6	8,86
Tgo vs R	1088,88	1	1088,88	19,78 **	4,6	8,86
Error	770,67	14	55,05			

#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	242	274	221
A2	260	247	230

#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	82	84	76	242	80,67
T2	50	61	45	156	52

### 12.1.18. Rendimiento

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	8519772,45	23				
Trat.	5854018,79	7	836288,4	4,39 **	2,76	4,28
FA	374473	1	374473	1,97 ns	4,6	8,86
FB	2069478,98	2	1034739,49	5,43 *	3,74	6,51
IAB	1282,48	2	641,24	0 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	2422551,46	1	2422551,46	12,72 *	4,6	8,86
Tgo vs R	986232,88	1	986232,88	5,18 *	4,6	8,86
Error	2665753,66	14	190410,98			

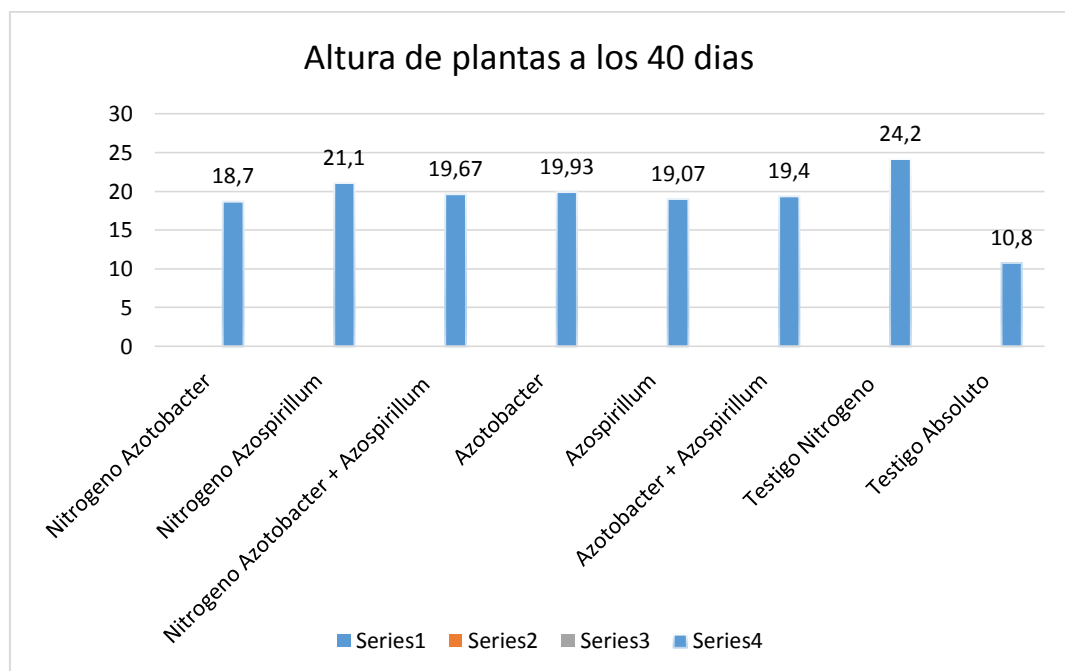
#### Arreglo combinatorio factor A \* B

--	B1	B2	B3
A1	8296,25	7881,35	6014,79
A2	7466,64	7051,75	5077,75

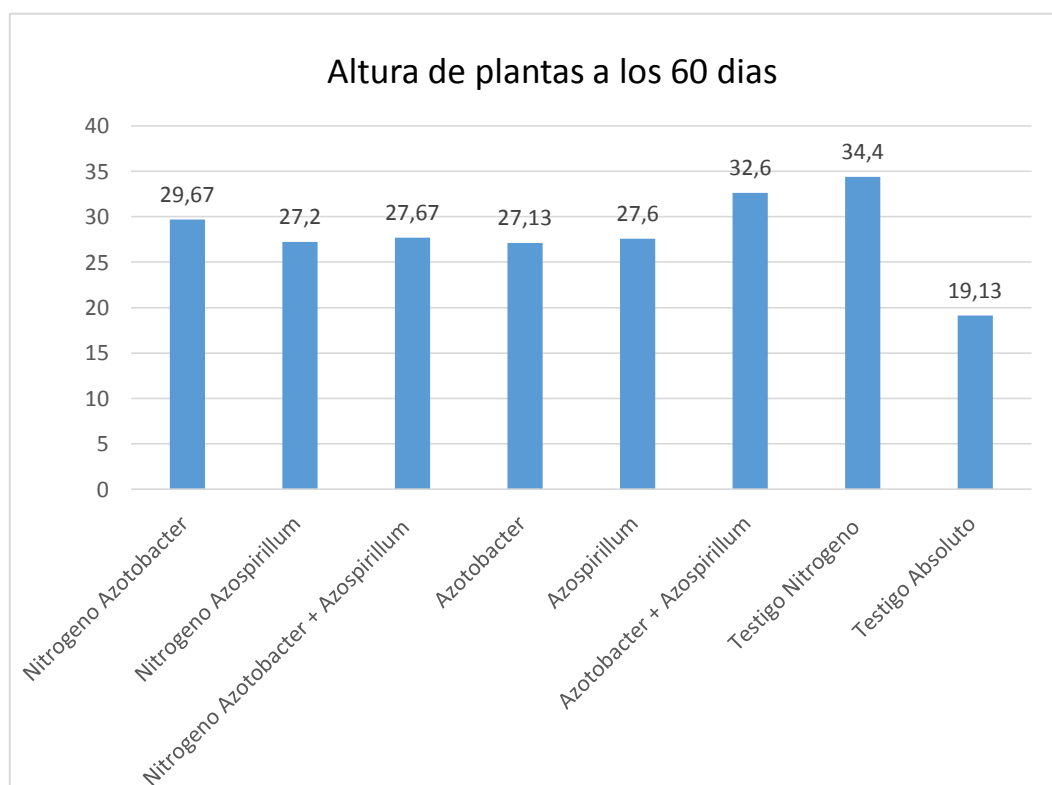
#### Cuadro de testigos

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
T1	2281,41	2903,69	2281,47	7466,57	2488,86
T2	1248,14	1244,44	1161,47	3654,05	1218,02

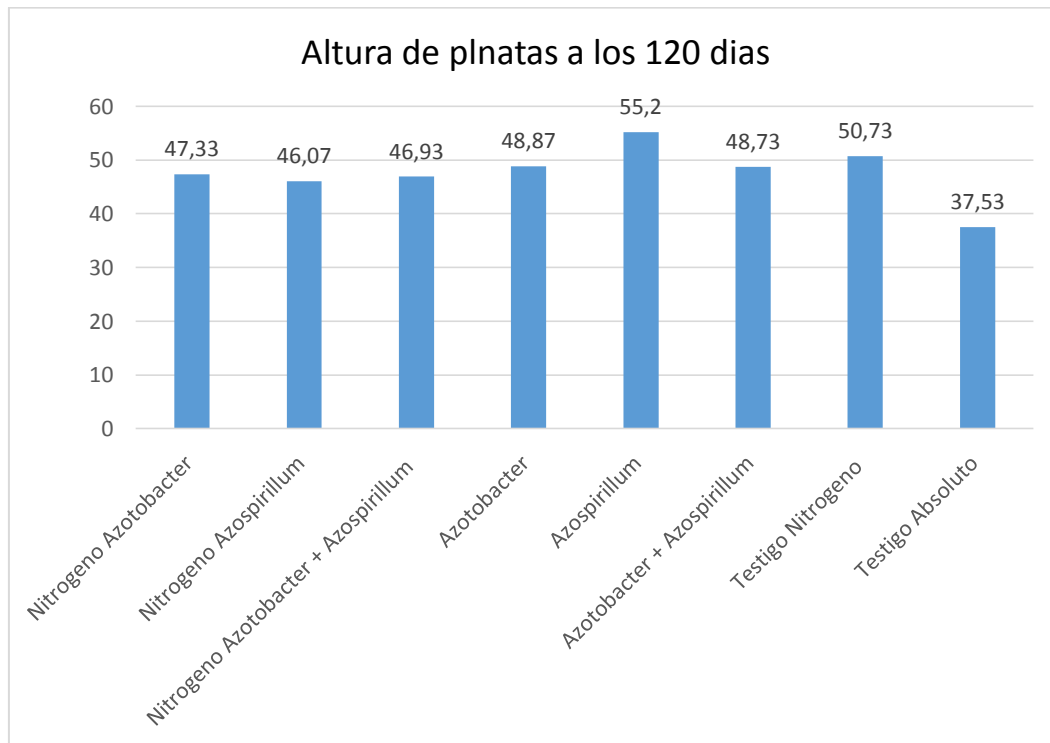
## 12.2. Anexo 4: Gráficos Estadísticos



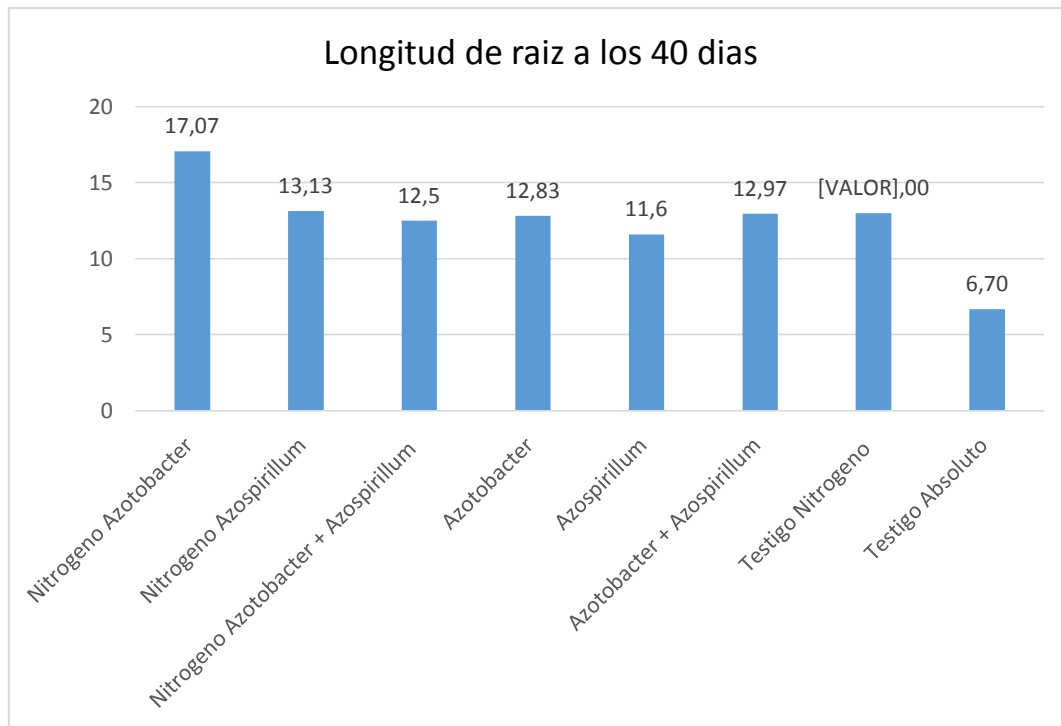
La figura 10 muestra que a los 40 días existieron diferencias estadísticamente significativas de altura de plantas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de nitrógeno 24,20 cm de altura de plantas, seguido del tratamiento nitrógeno *azospirillum* que logro alcanzar promedios de 21,10 cm y superando a los demás tratamientos mientras que el promedio más bajo de altura de plantas lo obtuvo el testigo absoluto con promedios de 10,80 cm.



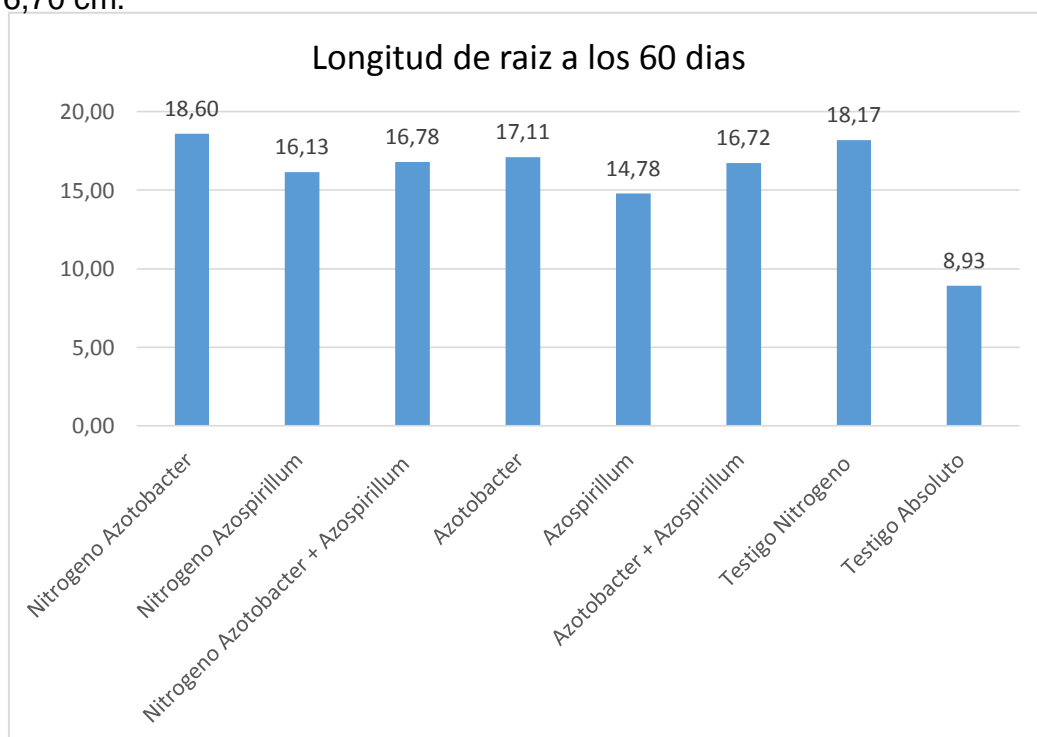
La figura 10 muestra que a los 60 días existieron diferencias estadísticamente significativas de altura de plantas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de nitrógeno 34,40 cm de altura de plantas, seguido del tratamiento *azotobacter* + *azospirillum* que logro alcanzar promedios de 32,60 cm y superando a los demás tratamientos mientras que el promedio más bajo de altura de plantas lo obtuvo el testigo absoluto con 19,13 cm.



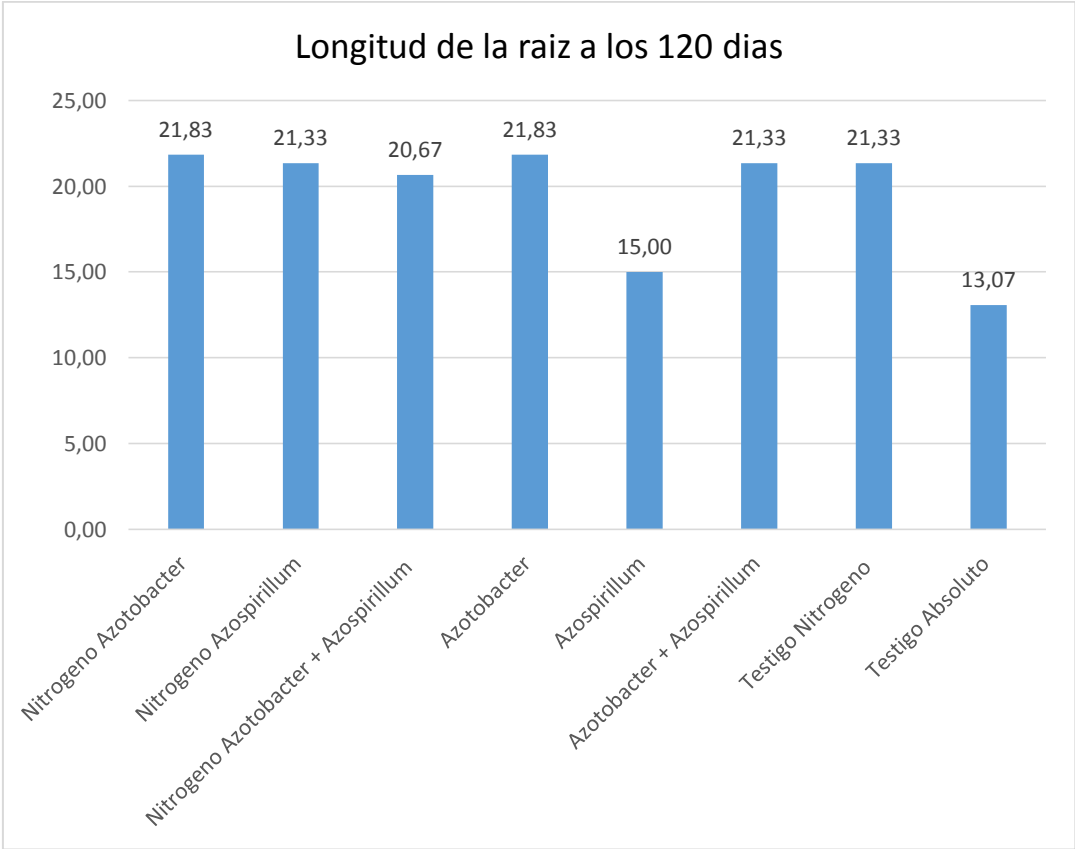
La figura 10 muestra que a los 120 días existieron diferencias estadísticamente significativas de altura de plantas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de *azospirillum* 55,20 cm de altura de plantas, seguido del tratamiento nitrógeno que logro alcanzar promedios de 50,73 cm y superando a los demás tratamientos mientras que el promedio más bajo de altura de plantas lo obtuvo el testigo absoluto con promedios de 37,53 cm.



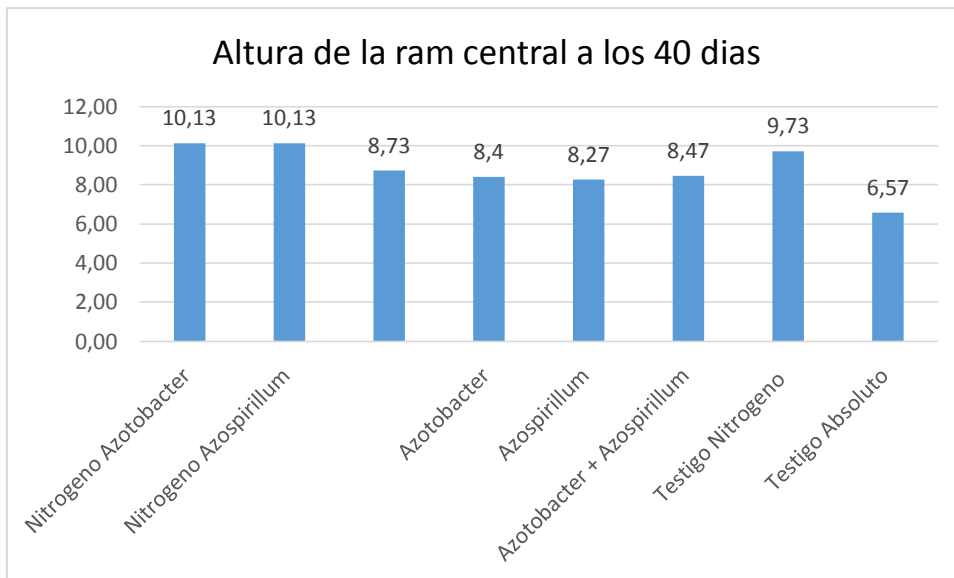
La figura 10 muestra que a los 40 días existieron diferencias estadísticamente significativas de longitud de la raíz entre los tratamientos, presentando el tratamiento de nitrógeno *azotobacter* 17,07 cm de longitud de la raíz, seguido del tratamiento de *Nitrógeno azospirillum* que logro alcanzar promedios de 13,13 cm de longitud y superando a los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo longitud de la raíz lo obtuvo el testigo absoluto con 6,70 cm.



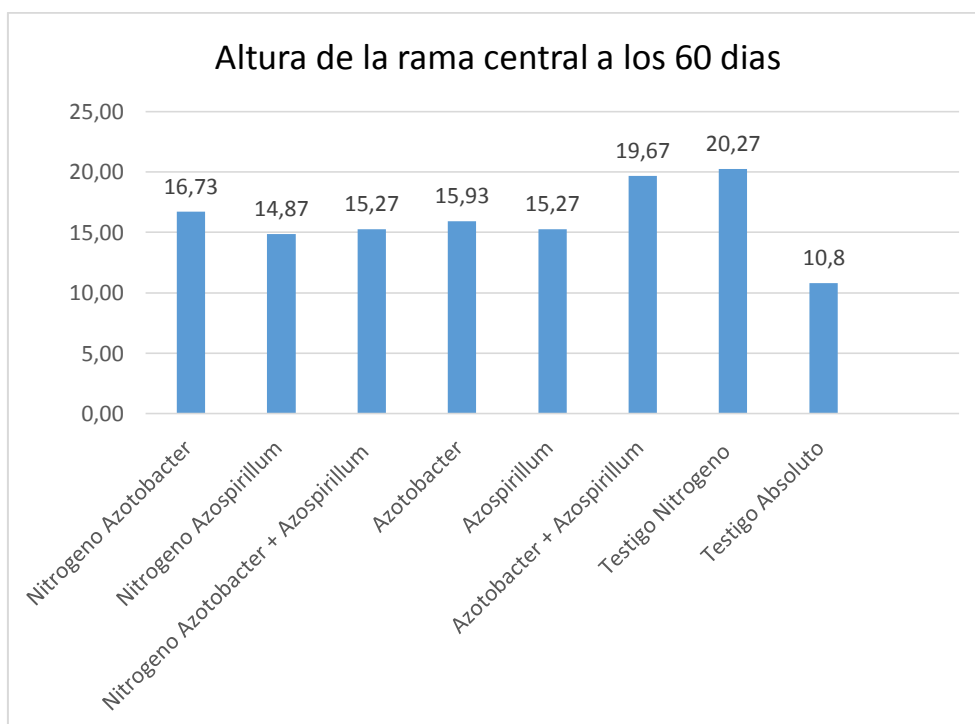
La figura 10 muestra que a los 60 días existieron diferencias estadísticamente significativas de longitud de la raíz entre los tratamientos, presentando el tratamiento de Nitrógeno *azotobacter* 18,60 cm de longitud de la raíz, seguido del tratamiento de nitrógeno que logro alcanzar promedios de 17,17 cm de longitud y superando a los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo longitud de la raíz lo obtuvo el testigo absoluto con promedios de 8,93cm.



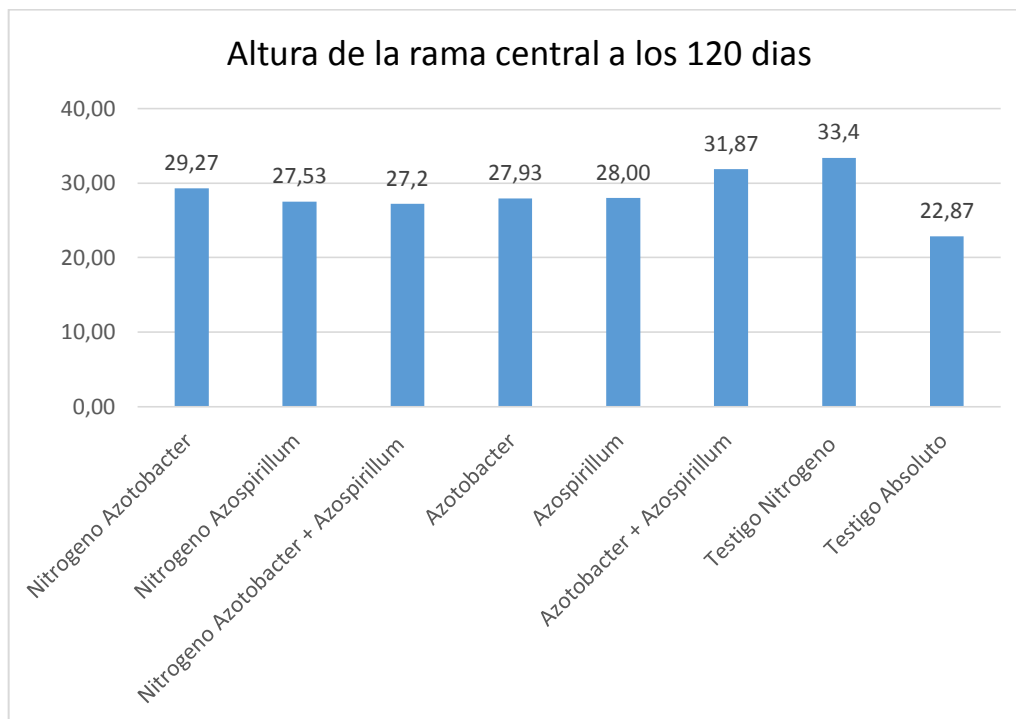
La figura 10 muestra que a los 120 días existió igualdad estadísticamente de los tratamientos, presentando el tratamiento de nitrógeno *azotobacter* 21,83, cm de longitud de la raíz, con el tratamiento de *azotobacter* 21,83 cm, superando a los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo longitud de la raíz lo obtuvo el tratamiento el testigo absoluto con 13,07cm.



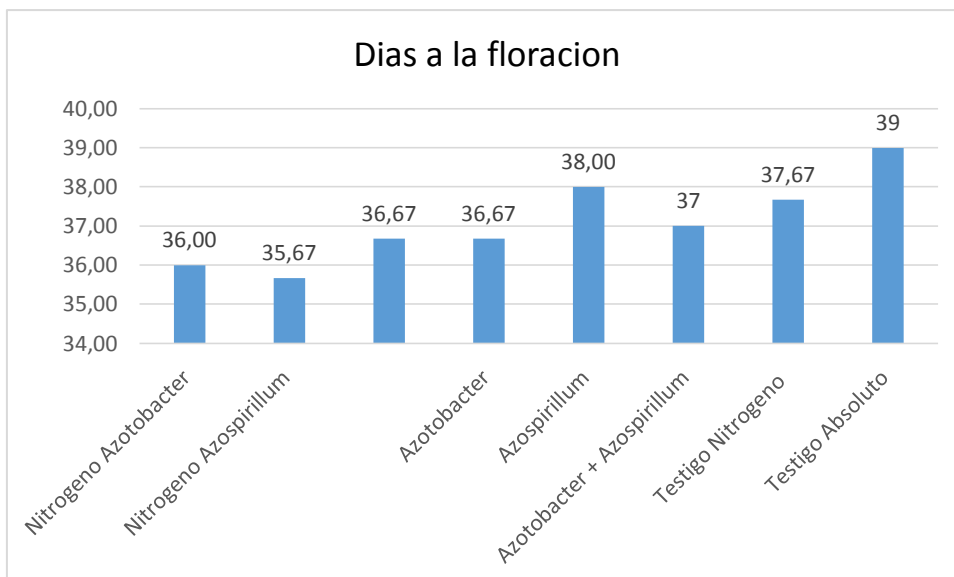
La figura 10 muestra que a los 40 días existió igualdad estadísticamente de los tratamientos, presentando el tratamiento de nitrógeno *azotobacter*, 10,13 cm de longitud de la rama central, y el tratamiento de nitrógeno azospirillum 10,13 cm de longitud y superando a los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de longitud de la rama central lo obtuvo el testigo absoluto con promedios de 6,57 cm.



La figura 10 muestra que a los 60 días existieron diferencias estadísticamente significativas de longitud de la rama central entre los tratamientos, presentando el tratamiento de nitrógeno 20,27 cm de longitud de la rama central, y seguido del tratamiento de *azotobacter azospirillum* 19,67 cm de longitud y superando a los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de longitud de la rama central lo obtuvo el testigo absoluto 10,80 cm.



La figura 10 muestra que a los 120 días existieron diferencias estadísticamente significativas de longitud de la rama central entre los tratamientos, presentando el tratamiento de nitrógeno 33,40 cm de longitud de la rama central, y seguido del tratamiento de *azotobacter azospirillum* 31,87 cm de longitud y superando a los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de longitud de la rama central lo obtuvo el testigo absoluto con 22,87 cm.

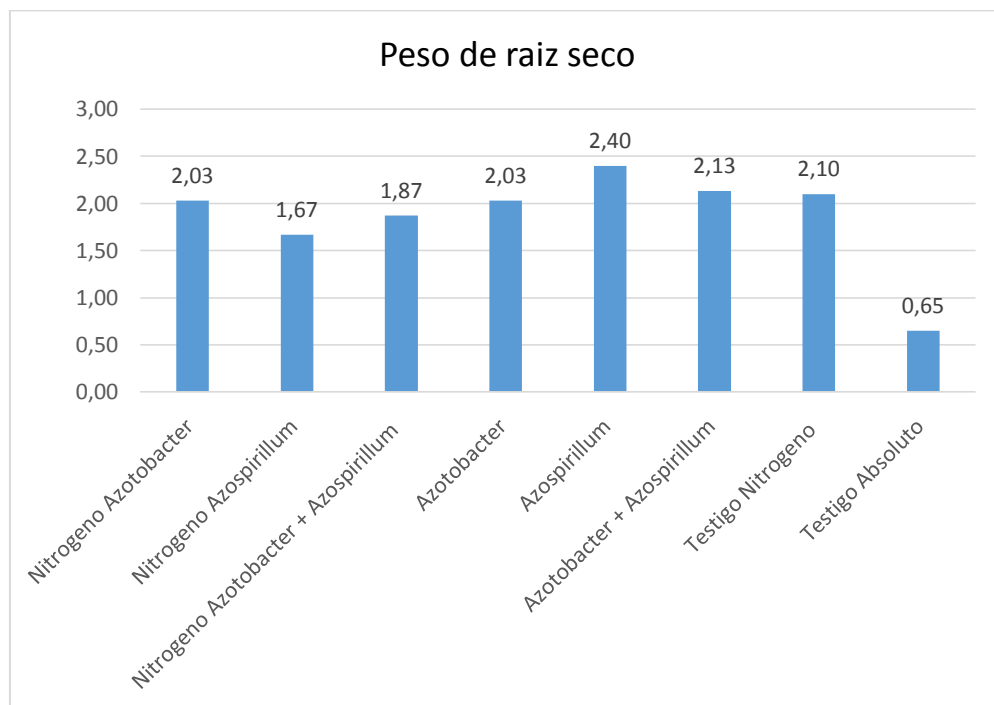


La figura 10 muestra que a los días de floración existieron diferencias entre los tratamientos, presentando el tratamiento de Nitrógeno *azospirillum* 100% de floración a los 36 días, seguido del tratamiento de Nitrógeno *azotobacter* a los 36 días superando a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento último en completar la floración fue el testigo absoluto con 39 días.

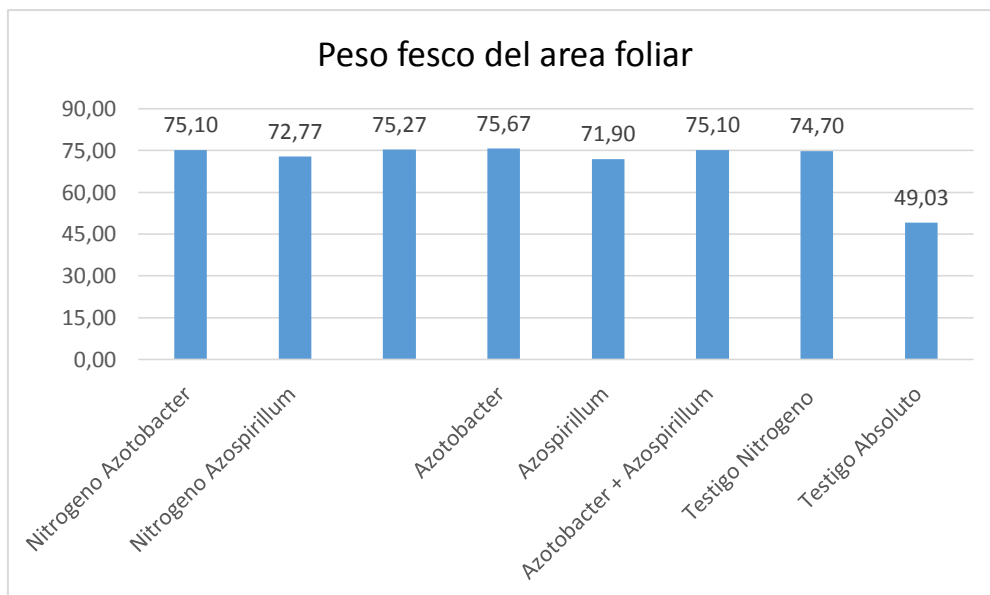




La figura 10 muestra que el peso fresco de la raíz existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de *azospirillum* 6,2 g de peso fresco, y seguido del tratamiento de *azotobacter* 5,73 g demás los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de peso fresco lo obtuvo el testigo absoluto con 1,13 cm.



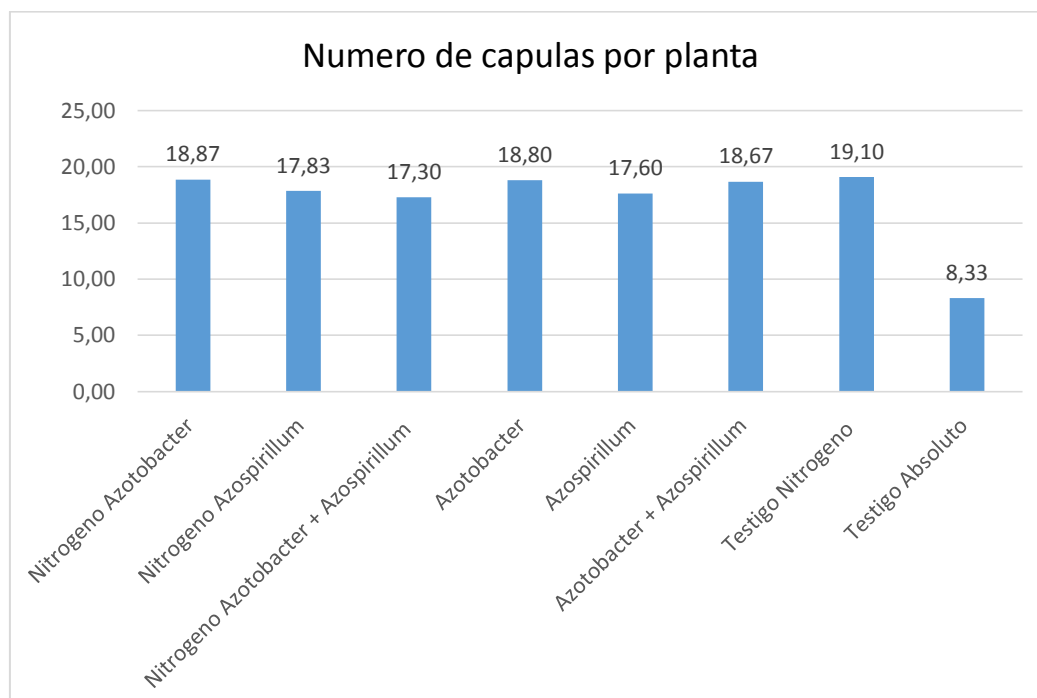
La figura 10 muestra que el peso seco de la raíz existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de *azospirillum* 2,40 g de peso seco, y seguido del tratamiento de *azotobacter* + *azospirillum* 2,13 g de los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de peso seco lo obtuvo el testigo absoluto con 0,65 gr.



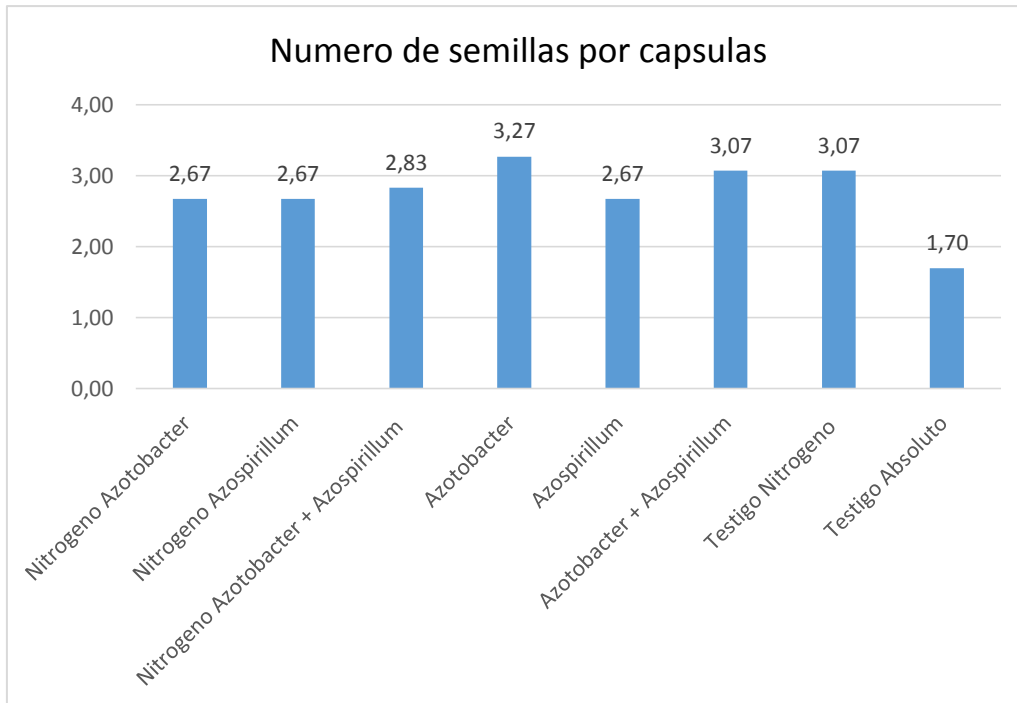
La figura 10 muestra que el peso fresco del área foliar existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de *Azotobacter* 75,67gr de peso fresco por planta, y seguido del tratamiento nitrógeno *azotobacter* 75,27gr de los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de peso fresco lo obtuvo el testigo absoluto con promedios de 49,03 gr.



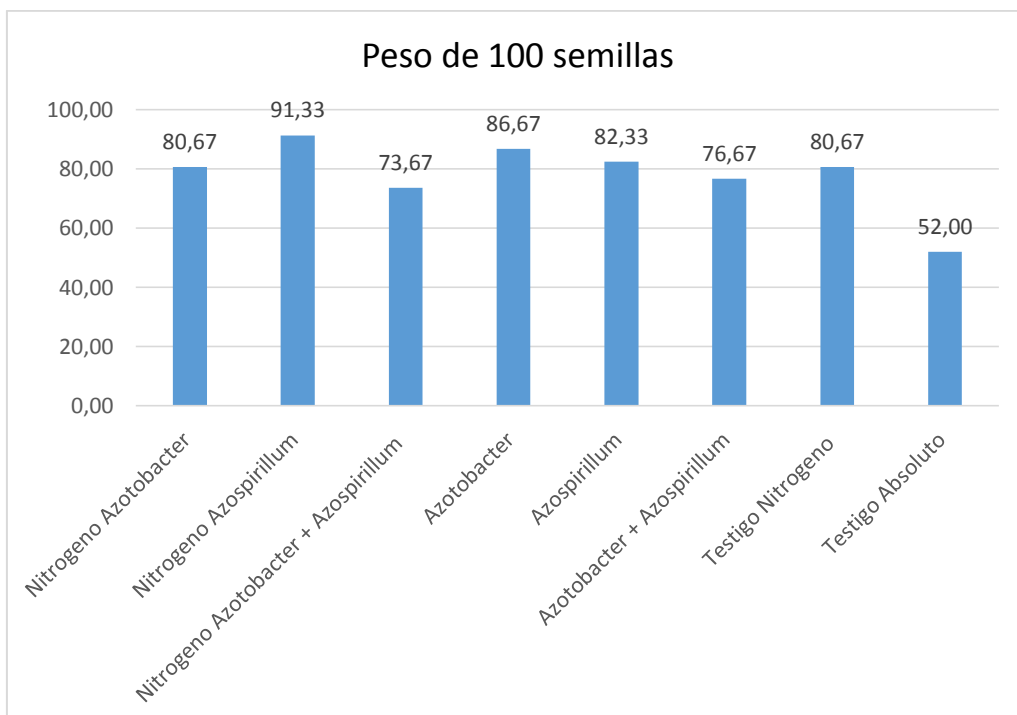
La figura 10 muestra que el peso seco del área foliar existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de *nitrógeno azotobacter* 27,80 g de peso seco por planta, y seguido del tratamiento *azotobacter + azospirillum* con 27,63 gr superando los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de peso seco lo obtuvo el testigo absoluto con 19,43 gr.



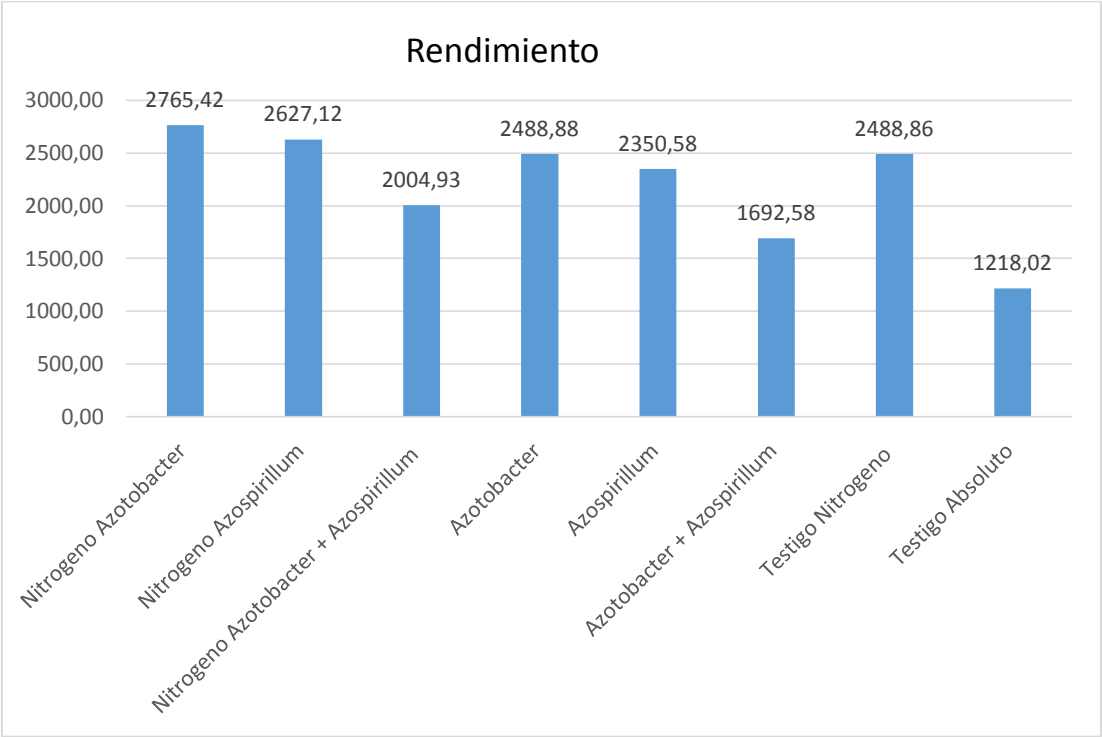
La figura 10 muestra que el número de capsulas por plantas existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de *nitrógeno* 19,10 capsulas por plantas, y seguido del tratamiento *nitrógeno azotobacter* con 18,87 capsulas por plantas superando los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de numero de capsulas por planta lo obtuvo el testigo absoluto con 8,33 capsulas.



La figura 10 muestra que el número de semillas por capsulas existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, presentando el tratamiento de *Azotobacter* 3,27 semillas por, y seguido del tratamiento nitrógeno *azotobacter + azospirillum* con 2,83 semillas superando los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo de semillas por capsulas lo obtuvo el testigo absoluto con 1,70 semillas.



La figura 10 muestra que el promedio de 100 semillas por capsulas existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, presentando el tratamiento nitrógeno azospirillum 91,33 gr de peso por 100 semillas, y seguido del tratamiento *azotobacter* con 86,67 gr superando los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo el testigo absoluto con 52,00 gr.



La figura 10 muestra que el rendimiento por los tratamientos existió diferencias estadísticamente significativas, presentando el tratamiento nitrógeno *azotobacter* 2765,42 Kg / ha , y seguido del tratamiento nitrógeno *azospirillum* con 2627,12 kg /ha superando los demás tratamientos, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo el testigo absoluto con 1218,02 Kg /ha.