



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO EXPERIMENTAL**

Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Influencia de cepas de Azotobacter en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de labranza, en la zona de Pueblo Viejo, provincia de Los Ríos”

**AUTOR**

Jonathan Eduardo González Maridueña

**ASESOR**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2017



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



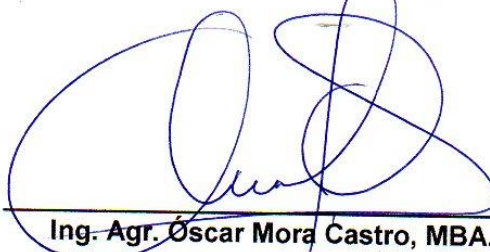
Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo, como  
requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Influencia de cepas de Azotobacter en el cultivo de maíz bajo dos  
sistemas de labranza, en la zona de Pueblo Viejo, provincia de Los  
Ríos”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**



Ing. Agr. Óscar Mora Castro, MBA.

**PRESIDENTE**



Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

**VOCAL PRINCIPAL**



Ing. Agr. Guillermo García Vásquez MSc.

**VOCAL PRINCIPAL**

## LA RESPONSABILIDAD

*Los resultados y conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en el proyecto de investigación son exclusividad del autor.*

*Jonathan González*

**Jonathan Eduardo González Maridueña**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez. Eres quien guía el destino de mi vida.

Te lo agradezco, padre celestial.

A mi madre por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de los logros se los debo a usted, en los que incluyo este. Me formo con reglas y ciertas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron con constancia para alcanzar mis anhelos.

Gracias madre.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.

# INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>1.1. Objetivos.</b> .....	3
<b>1.1.1 Objetivo General</b> .....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
<b>1.2. Hipótesis</b> .....	3
<b>2.1. El cultivo de maíz</b> .....	4
<b>2.1. Biofertilización</b> .....	5
<b>2.2. Productos</b> .....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
<b>3.1. Características del sitio experimental</b> .....	14
<b>3.2. Material de siembra</b> .....	14
<b>3.3. Variables Estudiadas</b> .....	15
<b>3.4. Métodos</b> .....	15
<b>3.5. Tratamientos</b> .....	15
<b>3.6. Diseño experimental y análisis funcional</b> .....	15
<b>3.6.1. Análisis de varianza</b> .....	16
<b>3.6.2 Análisis funcional</b> .....	16
<b>3.7. Manejo del Ensayo.</b> .....	16
<b>3.7.2 Siembra</b> .....	17
<b>3.7.3 Control de malezas</b> .....	17
<b>3.7.4 Control fitosanitario</b> .....	17
<b>3.7.5 Riego</b> .....	17
<b>3.7.6 Fertilización</b> .....	18
<b>3.7.7 Cosecha</b> .....	18
<b>3.8. Datos a evaluar.</b> .....	18
<b>3.8.1 Altura de planta a cosecha</b> .....	18
<b>3.8.2 Altura de inserción</b> .....	18
<b>3.8.3 Longitud de mazorca</b> .....	19

3.8.4	Díametro de mazorca.....	19
3.8.5	Días a floración .....	19
3.8.6.	Número de granos por mazorca .....	19
3.8.7	Peso de 1000 semillas.....	19
3.8.8	Días a la cosecha.....	19
3.8.9	Rendimiento por hectárea.....	20
3.8.10	Análisis económico.....	20
3.8.11	Relación grano/tuza.....	20
IV.	RESULTADOS .....	21
4.1.	Altura de planta.....	21
4.2.	Altura de insercion.....	22
4.3.	Días a floración .....	23
4.5.	Longitud de mazorca .....	25
4.7.	Número de granos/mazorca.....	27
4.8.	Relación Grano-Tuza .....	28
4.9.	Peso de 1000 granos .....	29
4.10.	Rendimiento.....	30
4.11.	Evaluación económica.....	31
V.	DISCUSIÓN .....	32
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
VII.	RESUMEN .....	36
VIII.	SUMMARY .....	37
IX.	LITERATURA CITADA .....	38
	ANEXOS.....	43

## I. INTRODUCCIÓN

El modelo de agricultura intensiva moderna ha presentado en Ecuador y el resto del mundo serios problemas económicos y ecológicos, es por ello que en los últimos años han cobrado fuerza diversas corrientes de agricultura orgánica, que sobre una base agroecológica, promueven una nueva concepción y modelos de producción agropecuaria para lograr una agricultura de bajos insumos, inversiones y costos ecológicamente equilibrada, autosustentable y productiva.

La sustentabilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe fomentar el uso y manejo efectivo de los recursos internos de los agros ecosistemas. En este sentido, los biofertilizantes e inoculantes microbianos son un componente vital de los sistemas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable de reducir los insumos externos y de mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos.

La superficie del cultivo de maíz sembrada en nuestro país es de aproximadamente 300 000 hectáreas, con un rendimiento de 3,9 t/ha<sup>1</sup>, el cual es bajo en comparación con los obtenidos en otros países que superan las 8 toneladas. En la zona de Pueblo Viejo, se siembra maíz en grandes extensiones empleando densidades poblacionales no apropiadas y niveles de fertilización deficientes que no están de acuerdo con el potencial genético de los híbridos.

Dentro de estos biofertilizantes se encuentran las bacterias del género *Azotobacter*, las cuales están presentes en el suelo y al encontrarse en elevadas poblaciones en el agro ecosistema se asocian al sistema radical de algunas especies vegetales y ocasionan una aceleración del desarrollo y un aumento del rendimiento en los cultivos fundamentalmente a su capacidad de sintetizar

---

<sup>1</sup> Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP, Departamento Técnico. 2016.



sustancias biológicamente activas como auxinas, citoquininas, giberelinas, aminoácidos y vitaminas. Esta propiedad unida a la función de fijar el nitrógeno atmosférico, ha despertado el interés de numerosos investigadores por elevar el valor de poblaciones autóctonas de cada suelo

Para evitar el uso excesivo de fertilizantes edáficos y foliares que ayudan a las plantas a nutrirse con químicos, y hacer que esta nutrición sea de manera orgánica se empleara el uso de *Azotobacter* en el cultivo de maíz, el mismo que que tiene la propiedad de fijar nitrógeno del ambiente.

Por este motivo se cree importante realizar una investigación para evaluar el efecto favorable que tendría esta bacteria, en el cultivo de maíz.

## **1.1. Objetivos.**

### **1.1.1 Objetivo General**

Influencia de cepas de *Azotobacter* en el cultivo de maíz, bajo dos sistemas de labranza, en la zona de Babahoyo provincia de Los Ríos.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el comportamiento del cultivo de maíz a la aplicación de los tratamientos.
- Indentificar el tipo de cepa y dosis de *Azotobacter* más adecuada para la producción del cultivo de maíz.
- Analizar económicamente los tratamientos

## **1.2. Hipótesis**

La utilización de nuevas alternativas de fertilización biológica para el cultivo de maíz, aumentará el rendimiento de grano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El cultivo de maíz

La fertilización de un cultivo comprende varios aspectos, los cuales tienen que ser planeados cuidadosamente para obtener el mayor rendimiento. Así, el maíz es un cultivo exigente en nutrientes por lo que es necesario determinar la cantidad adecuada que debe aplicarse a un suelo para alcanzar un rendimiento aceptable (Barber, 2007).

Stewar (2001) expresa que la fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de los nutrientes y por esta razón existe menor probabilidad de que los nutrientes se pierdan por lixiviación o escorrentía superficial. Asimismo, la fertilización balanceada también afecta positivamente la eficiencia del uso del agua. Un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes.

Cuando se usa nitrógeno y fósforo en programas desbalanceados de fertilización, estos nutrientes pueden aplicarse en exceso a la demanda, lo que resulta en pérdidas que contribuyen a la carga de nutrientes en arroyos, ríos y otros cuerpos de agua. El uso desbalanceado de fertilizantes también causa degradación del suelo, particularmente cuando se usan solamente fertilizantes nitrogenados que promueven la renovación de fósforo y potasio del suelo, que no son repuestos con la adición de fertilizantes portadores de estos nutrientes (Attanandana y Yost, 2004).

Los rendimientos de una plantación de maíz esta en función de los nutrientes disponibles en el suelo, especialmente del que se encuentra en menor cantidad y del potencial de producción de la variedad o híbrido que se siembra en una

determinada zona. Para un adecuado plan de fertilización se debe consultar con un especialista, el mismo que esta en capacidad de recomendar lo más conveniente (Amores, Mite y Carrillo, 2010).

Below (2002) dice que entre los elementos minerales esenciales, el nitrógeno es el que con más frecuencia limita el crecimiento y el rendimiento del maíz. Esta condición ocurre porque las plantas requieren cantidades relativamente grandes de nitrógeno (1,5 a 3,5 % de peso seco de la planta) y porque la mayoría de las siembras no tienen suficiente nitrógeno en forma disponible para mantener los niveles deseados de producción. Además, expresa que las necesidades de nitrógeno son variables de acuerdo al año y al sitio, sin embargo, el requerimiento de nitrógeno para rendimiento máximo rara vez excede los 20 Kg de nitrógeno por tonelada de grano producido.

Renge (2004) indica que el fraccionamiento de nitrógeno en maíces híbridos es una herramienta de manejo que permite una alta eficiencia de los fertilizantes nitrogenados. En los híbridos de alto rendimiento, se justifican aplicaciones de la última fracción de nitrógeno en períodos cercanos a la floración, basándose en los patrones de absorción de este nutriente por la planta. Los requerimientos totales de fósforo, potasio y magnesio deben suministrarse al momento de la siembra. Los micronutrientes, en especial el zinc, se deben suministrar durante la fase vegetativa del cultivo, en el período de 30 a 46 días después de la siembra. La aspersión foliar es un método eficiente de aplicación de micronutrientes.

## **2.1. Biofertilización**

La fertilización biológica se fundamenta en el uso de insumos naturales (microorganismo como hongos, bacterias), para mejorar la fijación de nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico, entre otros (Carvajal y Mera, 2010).

Castro (2008) evaluó la respuesta del maíz híbrido 'Agrocere AG – 003' a la fertilización química acompañado de un programa orgánico de alto rendimiento de grano, en condiciones de secano; el tratamiento 250 – 125 – 150 kg/ha de NPK más el programa de alto rendimiento (PAR), obteniendo el mayor rendimiento de grano 9,51 t/ha; mientras que el testigo sin fertilizar mas el PAR registró el menor rendimiento 4,382 t/ha. Así mismo, el programa orgánico de alto rendimiento contribuyó en la obtención de significativos rendimientos de grano.

Muñoz(2016) en su investigación sobre propiedades físicas de un suelo, en un sistema de siembra directa y convencional, determinó que las propiedades del suelo tienen influencia sobre los factores agronómicos y de rendimiento del cultivo de maíz. Estas no incidieron sobre altura de planta, días a la floración, longitud de mazorca y peso de 100 granos. El sistema de siembra convencional con muestreo a 20 cm de profundidad logró 6762 kg/ha, rendimiento superior a otros tratamientos..

Como consecuencia de la reducción de la materia orgánica y de la intensificación del laboreo con maquinaria pesada, puede quedar seriamente afectada la actividad microbiana y la estabilidad de la estructura del suelo. Además, la fertilización mineral a dosis mayores de las necesarias puede inhibir la capacidad fijadora de nitrógeno atmosférico de algunos microorganismos del suelo, así como la formación de micorrizas. En el sistema intensivo se promueve el uso de variedades y especies de alto rendimiento que se repiten en la misma parcela varios años consecutivos, reduciéndose o suprimiéndose las rotaciones de cultivo y las cubiertas vegetales, provocando así una pérdida de diversidad biológica e incrementando la sensibilidad global del sistema a la aparición de daños catastróficos por causas diversas (Ribó Herrero, 2004).

La degradación del suelo se debe a diversos factores entre ellos la operación de prácticas agropecuarias en las que se utiliza el suelo como sustrato, sin considerar sus propiedades, funciones y potencial intrínseco, la insuficiente

planeación en el uso del suelo y la falta de conciencia ambiental al desconocer la importancia del suelo (Valenzuela y Zinck 1994).

A partir de una clara definición de calidad salud del suelo, se puede diagnosticar con precisión, a través de indicadores relevantes y producibles, el impacto del manejo del suelo sobre la sostenibilidad del sistema de producción. Estos indicadores permiten identificar, diseñar y validar alternativas tecnológicas apropiadas para restaurar el equilibrio natural de los suelos en beneficios de una producción sostenible de alta calidad de vida social y económica para la población de nuestro país. Consecuentemente, el objetivo es probar el efecto del empleo de innovaciones tecnológicas sostenibles (utilización de insumos orgánicos y biológicos) sobre las propiedades del suelo y mejoramiento de la productividad de los cultivos, calidad y salud de los suelos (Acuña, 2010).

Nutrir las plantas siempre ha sido un desafío para la agricultura. Las primeras fuentes de alimento para el cultivo han sido las propias del suelo que ofrecen su potencial mineral originado en las rocas madres y su componente orgánico (material que procede de lo vivo), derivado de los seres vivos que ellos existe. Además el suelo es sostén físico de la planta. Suelo virgen y abonos orgánicos son ancestralmente conocidos por agricultores (Bizzozero, 2006).

El aumento en la biomasa vegetal y el rendimiento agrícola en los cultivos puede ser posible mediante la aplicación de microorganismos estimuladores del crecimiento capaces de producir un conjunto de sustancias conocidas como sustancias fisiológicamente activas. Este mecanismo se distingue por la diferencia existente entre cepas microbianas de mayor o menor eficiencia en la síntesis de estas sustancias, por lo que se establece un proceso de selección de las cepas más efectivas en cuanto al potencial estimulador que presentan, el cual se caracteriza por la actividad de un gran número de enzimas y rutas metabólicas, que finalmente se manifiestan en la producción de este pool o conjunto de compuestos. Desde el

punto de vista agro biológico, entre los que se encuentran: incremento en el número de plántulas que emergen; acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días; aumento en los procesos de floración y fructificación; incremento entre 5 y 20 % del rendimiento; obtención de frutos con mayor calidad comercial (Dibut, 2001).

El empleo de biofertilizantes en los cultivos agrícolas es una alternativa para reducir la aplicación de fertilizantes químicos y de otros agroquímicos que dañan el medio ambiente, además de que resultan 90 por ciento más baratos para los agricultores nacionales. Estas sustancias microbianas son aplicadas a los suelos para desempeñar funciones específicas, las cuales benefician la productividad de las plantas, incluyendo la adsorción de agua y nutrientes, la fijación de nitrógeno, la solubilización de minerales, la producción de estimuladores de vegetal y el biocontrol de patógenos. Además, además puede utilizarse en los cultivos anuales, las praderas de gramíneas y leguminosas, hortalizas y frutales (Aguirre, 2004).

En el congreso internacional del cacao realizado en Brasil en 2005, se demostró que con la aplicación de *Azotobacter* y *Azospirillum* se puede reducir la pérdida de Nitrógeno ( $\text{NO}_3$ ) por lavado, permitiendo la aplicación hasta de 400 kg de N sin que se presenten riesgos ambientales, pues los niveles de perdidas están entre los valores permitidos y se estima que es posible hacer una reducción de al menos el 20 % de fertilizante nitrogenado sin afectar la producción (Hussigi *et al.*, 2001).

Según Clementi (1997), *Azotobacter* es un género generalmente motile, oval o esférico, los quistes son de pared gruesa, y pueden producir cantidades grandes de limo capsular. El *Azotobacter* es un microbio aerobio, libre-que vive del suelo y que fija al nitrógeno de la atmósfera. Más allá del uso del *Azotobacter* como un organismo modelo, tiene usos biotecnológicos, especialmente para producción de nitrógeno. El *Azotobacter* es bacteria Gram-negativa.

Dixon y Khan (2004) indican como ejemplo, que aplicando en forma conjunta micorrizas más bacterias solubilizadoras de fósforo con *Azotobacter*, estas permiten que las cantidades fijadas de nitrógeno atmosférico aumenten, porque las bacterias disponen de mayor cantidad de fósforo (elemento esencial para la fijación) suministrado por la actividad de los organismos solubilizadores.

Andrade (2009) dice que las bacterias *Azotobacter* son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo, fijan aproximadamente 20 mg N/g de azúcar en el cultivo o puro en un medio libre de nitrógeno siendo una fuente para obtener un biofertilizante. Así mismo estos microorganismos aumentan la capacidad de intercambio catiónico, mejoran la estructura del suelo, disminuyen las incidencias de plagas y enfermedades en los cultivos, reducen la aplicación de agroquímicos, disminuyen la aplicación de fertilizantes químicos, la aplicación edáfica y foliar en todas las etapas del cultivo.

Kennedy y Tchan (1992), manifiestan que los *Azotobacter* proporcionan muchas ventajas como reguladores en el crecimiento de las plantas promueve el crecimiento de las raíces lo que conllevan a un aumento en la concentración de materia seca, produciendo fitohormona.

*Azotobacter* favorece el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismo, que incluyen la secreción de fitohormonas, fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fósforo, entre otros. A demás contribuyen a la plantas con efectos indirectos asociados con la reducción del daño causado por patógenos, funcionando como agentes de control biológico porque pueden actuar directamente sobre el patógeno o inducir resistencia sistémica en la planta. (Méndez, Castro y García; 2014)

Cuando se refiere a la fertilidad de los suelos, es la disponibilidad de los nutrientes y su capacidad para proporcionarlos de sus propias reservas y a través

de aplicaciones externas para mejorar la producción. Su manejo es de vital importancia para la optimización de la nutrición de las plantas. El potencial de producción del suelo, está determinado por sus propiedades físicas, químicas y biológicas, que es esencial para tener éxito (Peralvo, 2010).

Agritec (2010) dice que los nutrientes son necesarios para la obtención de altos rendimientos y buena calidad de productos, siendo indispensables para la constitución de las plantas, para la realización de varias reacciones bioquímicas y para la producción de materiales orgánicos como resultado de la fotosíntesis. Existen elementos esenciales para la plantas y en deficiencia de alguno de ellos no podrán completar su ciclo de vida normal; por lo que esta deficiencia deberá ser corregida. Es muy importante considerar que todos los nutrientes, independientemente de las cantidades requeridas por las plantas, cumplen una función específica en el desarrollo de la planta y no pueden ser sustituidos por otro elemento.

Para el maíz se recomienda dosis de 100 a 140 kg/ha de N, 40 a 60 kg/ha de  $P_2O_5$  y 1000 kg/ha de  $K_2O$ . El fertilizante nitrogenado debería ser aplicado en dos, o aún mejor dividido en tres aplicaciones: 1/3 de fondo, 1/3 en crecimiento y en la formación de inflorescencia (IPNI, 2011).

Considerando la agricultura en un sentido general, se nota que los sistemas agrícolas están cambiando constantemente. Consecuentemente es recomendable que los agricultores, además de hacer un uso apropiado de los fertilizantes, también tengan por objetivo lograr el conocimiento de todos los principios subyacentes y procesos que los capacite a enfrentar nuevas situaciones o nuevos y diferentes problemas. Los agricultores son forzados a cambiar sus sistemas agrícolas o prácticas de manejo cuando las condiciones sociales, económicas y técnicas cambian (Merchán *et al.*, 2006).



Debido a estos aspectos que intervienen en la nutrición de las plantas, la biofertilización en términos generales, solamente puede complementar, y en ningún caso sustituir la fertilización al suelo. Por esta razón, la biofertilización es una excelente alternativa para una agricultura sostenible. La biofertilización nos puede brindar efectos adicionales como, el incremento en la eficiencia fotosintética, cambios en la fisiología de la planta, disminución de la senescencia y prolongación de la capacidad fotosintética de la hoja (CIA, 2004).

Arias, López y Guerrero (2007), concuerdan que las bacterias fijadoras de nitrógeno son componentes muy importante del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuados, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen enzimas que toman el nitrógeno en su forma gaseosa de la atmosfera y con las azucares que obtienen de la planta fijan el nitrógeno dentro de la biomasa bacteriana, si las bacterias satisfacen sus necesidades de nitrógeno pasan a la planta y pueden absorber niveles elevados de proteína en las plantas.

Capello (2000), manifiesta que aunque de tamaño pequeño y de forma simple, los microorganismos han evolucionado durante este muy largo período, hacia un grupo extraordinariamente diversificado y altamente heterogéneo, desarrollando una gama de metabolismos, los cuales surgieron como adaptación a los diferentes ambientes terrestres y mediante los que lograron aprovechar diferentes fuentes de energía.

Según el centro de Investigaciones y Aplicaciones Biotecnológicas de España, el uso de inoculantes a partir de *Azotobacter* spp acorta el período de semillero y ciclo total del cultivo, permitiendo la obtención plantas vigorosas que pueden transplantarse en menor tiempo. Además, aceleran la floración y fructificación, aumentando el número de flores y frutos e incrementando los rendimientos de las cosechas. Esto permite el ahorro de fertilizantes nitrogenados

recomendados en las normas técnicas de varios cultivos. Así mismo menciona que dentro de las bacterias asimbióticas fijadoras de nitrógeno, las del género *Azotobacter* representan el grupo de bacterias de mayor interés para la agricultura, ya que se multiplican rápidamente y proporcionan muchas ventajas como regular el crecimiento de las plantas, producir de hormonas vegetales y generar enzimas que favorecen a la solubilización de fosfatos y oligoelementos, facilitando la asimilación de estos compuestos (IAB, 2001).

Gaitán & García (1998) mencionan otras ventajas del uso de biofertilizantes a partir de *Azotobacter* spp es su facilidad en la forma de aplicación y la capacidad que tienen estas bacterias para permanecer vivas por varios años; reproduciéndose en el suelo y potenciando la regeneración de los mismos de manera gradual. Siendo además, totalmente inofensivas para el ser humano y medio ambiente, y aptas para su uso en la agricultura ecológica y producción integrada.

González y Lluch (2002) dicen que la aplicación práctica de la inoculación de *Azotobacter* spp ha sido positiva, observándose notables incrementos en los rendimientos de diferentes cultivos, principalmente en cereales.

Según Suquilanda (2006) los microorganismos influyen sobre los ecosistemas y sobre la fertilidad de los suelos, tanto en el establecimiento de los ciclos biogeoquímicos como en la formación de la estructura de los mismos; ejerciendo una gran influencia en numerosas reacciones de oxidación, hidrólisis y degradación de la materia orgánica, que a su vez tienen un claro reflejo en los ciclos naturales del carbono, nitrógeno, fósforo y otros elementos, estableciendo con ello las condiciones idóneas para el desarrollo de una cubierta vegetal estable. Esto resulta imprescindible para que un suelo posea una calidad adecuada y por supuesto mantenga una fertilidad natural conveniente.

## **2.2. Productos**

Según Agrodiagnostic (2016) AZOSPITIC, sirve para incrementar el nitrógeno en el cultivo y proporcionarle a la planta sustancias promotoras de crecimiento vegetal. Azospirillum spp. es una bacteria utilizada como biofertilizante por su capacidad de fijar Nitrógeno atmosférico y convertirlo en amonio asimilable por la planta con una alta eficiencia, ayudando a disminuir el uso de fertilizante nitrogenado. Puede sustituir el fertilizante nitrogenado en un 25-30 %, aumenta el rendimiento en un 20 %. La colonización de cepas del género Azospirillum, origina un aumento significativo de los rendimientos y el ahorro de fertilizantes minerales y consecuentemente la disminución de la contaminación ambiental.

Su mecanismo de acción consiste en fijar en la zona de la raíz de la planta el nitrógeno del aire y convertirlo mediante un sistema enzimático en amonio y nitrato para que la planta pueda absorber y de esta manera aprovechar esta sustancia para su crecimiento. Se observan varios efectos favorables por la inoculación con Azospirillum: estimulación en el crecimiento de raíces, que aumentan su longitud, densidad y velocidad de crecimiento, promueve la producción de auxinas, lo cual incrementa la tasa de crecimiento aéreo y radicular. Esto se refleja en una mayor absorción de agua y nutrientes.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los predios del Sr. Jonathan Gonzale ubicado en el Km 35 de la vía Babahoyo–Puebloviejo, con coordenadas geográficas 1° 26' de Latitud sur y 79° 36' de Longitud oeste, con una altitud 20 msnm. El sector presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media de 25,7°C, humedad relativa de 83 por ciento y una precipitación pluvial de 1,925 mm de promedio anual<sup>2</sup>.

#### 3.2. Material de siembra

Como material genético de siembra se utilizó semillas certificadas del maíz híbrido 'DK-7088', distribuido por la empresa Ecuaquimica S.A. cuyas características agronómicas se describen a continuación:

Tipo de híbrido:	Triple
Ciclo vegetativo:	120 días
Días a la floración:	52 – 53 días
Altura de la planta:	2,50 m
Altura de inserción de la mazorca:	1,20 m
Longitud de la mazorca:	18,5 cm
Número de hileras por mazorca:	14 – 18
Acame de raíz y tallo:	Resistente
Tolerancia:	Curvularia, Mancha de asfalto, Cinta roja.
Color de grano	Amarillo anaranjado
Rendimiento:	9195.5 kg/ha ( <sup>3</sup> )

---

<sup>2</sup> Datos tomados de la estación experimental meteorológica DOLE-UBESA, San Juan. 2015

<sup>3</sup> Fuente: Ecuaquimica, 2016

### 3.3. Variables Estudiadas

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo.

Variable independiente: Dosis de biofertilizante en maíz.

### 3.4. Métodos

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos hipotético, Empírico y Experimental.

### 3.5. Tratamientos

Tratamientos	Sistemas	Concentración de Azotobacter	Dosis Comercial (L/ha)	Época de aplicación (1)
1	Labranza Mínima	$1 \times 10^8$	1.00	20-35
2		$1 \times 10^8$	0,75	20-35
3		$1 \times 10^6$	1.00	20-35
4		$1 \times 10^6$	0,75	20-35
5		Sin aplicación	----	-----
6	Labranza Cero	$1 \times 10^8$	1.00	20-35
7		$1 \times 10^8$	0,75	20-35
8		$1 \times 10^6$	1.00	20-35
9		$1 \times 10^6$	0,75	20-35
10		Sin aplicación	----	-----

(1) Días después de la siembra.

### 3.6. Diseño experimental y análisis funcional

Para el presente trabajo utilizó el diseño experimental en parcelas divididas, con 2 tratamientos, 5 subtratamientos y tres repeticiones. Siendo los sistemas de labranza los tratamientos y las concentraciones de Azotobacter los subtratamientos.

### 3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Unidad	
Bloques	2
A (variedades)	1
Error a	2
Total unidad completa	5
Subunidad	
B (tratamientos)	4
AB	4
Error b	18
Subtotal	23
Total A X B X C – 1	29

### 3.6.2 Análisis funcional

Para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con el 5 % de significancia. La separación entre bloques fue de 2m; no existiendo separación en superficie entre las parcelas experimentales.

### 3.7. Manejo del Ensayo.

Durante el desarrollo del ensayo se emplearon las prácticas agrícolas que requirió el cultivo.

#### 3.7.1 Preparación del terreno

La preparación del suelo, consistió en un pase de arado y uno de rastra liviana en sentidos contrarios, con el fin de que el suelo quede completamente suelto para asegurar una buena germinación de las semillas. En siembra directa no se preparó terreno.

### **3.7.2 Siembra**

La siembra se realizó en forma manual, utilizando un espeque, depositando una semilla por sitio, a la distancia 0,80 x 0,20 m entre hileras y plantas, respectivamente, obteniendo una población de 62.500 plantas por hectárea.

La semilla se impregnó con el insecticida Semevin en dosis de 20 cm<sup>3</sup> por kilogramo de semilla, para protegerla del daño de los insectos trozadores.

### **3.7.3 Control de malezas**

Los herbicidas se aplicaron después de la siembra en pre-emergencia temprana, se empleó los herbicidas Atrazina, Pendimetalin y Amina, en dosis de 1,0 kg, 3,0 L/ha y 0,3 L/ha, respectivamente. Posteriormente se hicieron dos deshierbas manuales a los 45 y 70 días después de la siembra. Se utilizó un aspersor de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

### **3.7.4 Control fitosanitario**

Cuando el cultivo tenía 20 días, se realizó la aplicación del insecticida Metapac en dosis de 200 g/ha para el control *Spodoptera fugiperda*. Posteriormente, a los 37 días después de la siembra, se aplicó al cogollo de las plantas, el insecticida Karate en dosis de 0,35 L/ha, para el control de berrenadores. A los 45 días se aplicó Diazinon para el ataque de gusano ejército y chupadores de hojas, en dosis de 1,0 L/ha.

### **3.7.5 Riego**

El ensayo se realizó bajo condiciones de lluvia (secano), por este motivo no se aplicó riegos a la plantación.

### **3.7.6 Fertilización**

El fertilizante se fraccionó en tres partes. En dosis de 120 – 30 – 120 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio; el fósforo y potasio se aplicó al momento de la siembra, quedando incorporado y el nitrógeno se fraccionó en dos partes iguales, aplicándose a las 2 y 5 semanas después de la siembra. Como fuente de nitrógeno, fósforo y potasio, se aplicaron los fertilizantes Urea, Superfosfato triple y Muriato de potasio, respectivamente. Además, se realizaron aplicaciones de fertilizantes foliares, Evergreen en dosis de 1,0 L/ha y Best-K en dosis 0,5 L/ha a los 17 y 27 días después de la siembra.

La aplicación de tratamientos biofertilizantes se realizó a las épocas indicadas con una bomba de aspersion calibrada. Se aplicaron con una bomba de mochila CP-3, previamente calibrada y para una mejor eficiencia se utilizó una boquilla de abanico.

### **3.7.7 Cosecha**

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica.

## **3.8. Datos a evaluar.**

### **3.8.1 Altura de planta a cosecha**

Se tomó lecturas de diez plantas al azar y se registró en centímetros. Se evaluó a los 120 días después de la siembra, desde el cuello de la raíz hasta la hoja más sobresaliente.

### **3.8.2 Altura de inserción**

Estuvo determinada por la distancia comprendida entre el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la mazorca principal; en diez plantas tomadas al azar por parcela experimental al momento de la cosecha.



### **3.8.3 Longitud de mazorca**

En cada parcela experimental se tomaron al azar 10 mazorcas, la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca, su promedio se expresó en centímetros.

### **3.8.4 Diámetro de mazorca**

En cada parcela experimental se tomaron al azar 10 mazorcas, se midió el diámetro en el tercio medio, su promedio se expresó en centímetros. Se usó un calibrador.

### **3.8.5 Días a floración**

La floración estuvo determinada por el tiempo transcurrido, desde la siembra hasta cuando el 50 % del total de las plantas de cada parcela experimental, presenten flores femeninas y panojas emitiendo polen, respectivamente.

### **3.8.6. Número de granos por mazorca**

Se tomaron al azar 10 mazorcas en cada parcela experimental y se procedió a contar el número de granos sin defectos de la misma.

### **3.8.7 Peso de 1000 semillas**

Se tomaron 100 granos o semillas por parcela experimental, teniendo cuidado de que los granos estuvieran libre de daños de insectos y enfermedades; luego se pesaron en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

### **3.8.8 Días a la cosecha**

Estuvo determinada por el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la cosecha de las mazorcas, en cada parcela experimental.

### **3.8.9 Rendimiento por hectárea.**

Se determinó por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, el porcentaje de humedad se ajustó al 14 % y su peso se transformó a kilogramos por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para ajustar los pesos<sup>4</sup>.

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

### **3.8.10 Análisis económico.**

Con los rendimientos encontrados y los costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos.

### **3.8.11 Relación grano/tuza**

Se tomaron al azar 10 mazorcas por parcela experimental, posteriormente se desgranaron y se procedió a pesar separadamente grano y tusa, estableciéndose la relación por división.

---

<sup>4</sup> Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

La labranza mínima fue tuvo 2,31 m, estadísticamente superior a labranza Cero con 2,27 m. En el factor B (Dosis Azotobacter), sobresalieron las concentraciones  $1 \times 10^8$  y  $1 \times 10^6$  en dosis de 1, 0 L/ha con 2,35 y 2,36 m respectivamente, estadísticamente superior a los demás tratamientos, cuyo menor valor fue para el testigo con 2,17 m. En las interacciones, Labranza Cero  $1 \times 10^6$  en dosis de 1,00 L/ha con 2,60 m a superó estadísticamente a los demás tratamientos, el menor valor fue para el Testigo Labranza Cero con 1,97 m (Cuadro 1).

Cuadro 1. Altura de planta con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Altura m
Labranza Mínima				2,31 a
Labranza Cero				2,27 b
		$1 \times 10^8$	1,00	2,35 a
		$1 \times 10^8$	0,75	2,28 b
		$1 \times 10^6$	1,00	2,36 a
		$1 \times 10^6$	0,75	2,31 b
		Sin aplicación	0,00	2,17 c
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	2,31 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	2,26 c
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	2,31 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	2,37 b
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	2,32 b
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	2,38 b
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	2,30 c
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	2,60 a
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	2,30 c
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	1,97 d
Promedio general				2,29
		Factor A		**
Significancia estadística		Factor B		**
		Interacción		**
Coeficiente de variación (%)				1,4

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo

## 4.2. Altura de inserción

El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para todos los factores e interacciones. El coeficiente de variación 7,97 %. La labranza mínima alcanzó 1,21 m, estadísticamente superior a Labranza Cero con 1,12 m. En el factor B (Dosis Azotobacter), la concentración  $1 \times 10^8$  en dosis de 1, 0 L/ha con 1,26 m fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, cuyo menor valor fue para el testigo con 1,04 m. En las interacciones, Labranza Cero  $1 \times 10^8$  en dosis de 1,00 L/ha con 1,32 fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, el menor valor fue para el Testigo Labranza Cero con 0,93 m (Cuadro 2).

Cuadro 2. Altura de inserción a mazorca con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblviejo. 2017.

Factor A		Factor B		Altura de planta
Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	
Labranza Mínima				1,21 a
Labranza Cero				1,12 b
		$1 \times 10^8$	1,00	1,26 a
		$1 \times 10^8$	0,75	1,17 b
		$1 \times 10^6$	1,00	1,19 b
		$1 \times 10^6$	0,75	1,16 b
		Sin aplicación	0,00	1,04 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	1,11 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	1,17 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	1,17 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	1,14 b
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	1,20 b
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	1,32 a
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	1,16 b
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	1,21 b
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	1,11 c
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	0,93 b
Promedio general				1,14
		Factor A		**
Significancia estadística		Factor B		**
		Interacción		**
Coeficiente de variación (%)				7,97

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo

### 4.3. Días a floración

Los valores promedios de días a floración, según el análisis de varianza no hubo diferencias significativas para ningún el factor interacciones. El coeficiente de variación 3,42 % (Cuadro 3).

La labranza Cero tuvo 54,20 días. En el factor B (Dosis Azotobacter), la concentración  $1 \times 10^8$  en dosis de 1, 0 L/ha con 54,93 días alcanzó mayor tiempo, cuyo menor valor fue para el testigo (52,33 días). En las interacciones Labranza Cero sin aplicación con 52,00 días tuvo el menor promedio a diferencia de Labranza Cero  $1 \times 10^8$  en dosis de 0,75 L/ha (55,66 días) que fue mayor.

Cuadro 3. Días a floración con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Días
Labranza Mínima				53,93 <sup>ns</sup>
Labranza Cero				54,20
		$1 \times 10^8$	1,00	54,93 <sup>ns</sup>
		$1 \times 10^8$	0,75	54,83
		$1 \times 10^6$	1,00	53,66
		$1 \times 10^6$	0,75	54,66
		Sin aplicación	0,00	52,33
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	55,00 <sup>ns</sup>
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	54,66
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	53,66
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	53,66
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	52,66
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	54,66
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	55,00
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	53,66
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	55,66
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	52,00
Promedio general				54,06
Significancia estadística		Factor A		Ns
		Factor B		Ns
		Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)				3,42

Ns: no significante

#### 4.4. Días a cosecha

Los valores promedios de días a floración, según el análisis de varianza no hubo diferencias significativas para ningún el factore interacciones. El coeficiente de variación 5,5 % (Cuadro 4).

La labranza Cero obtuvo 121,99 días. En el factor B (Dosis Azotobacter), la concentración  $1 \times 10^8$  en dosis de 0,75 L/ha con 122,16 días alcanzó mayor tiempo, cuyo menor valor fue para el testigo (119,5 días). En las interacciones Labranza Cero sin aplicación con 120,33 días tuvo el menor promedio a diferencia de Labranza Cero  $1 \times 10^6$  en dosis de 0,75 L/ha (123, días) que fue mayor.

Cuadro 4. Días a cosecha con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Días
Labranza Mínima				120,66 <sup>ns</sup>
Labranza Cero				121,99
		$1 \times 10^8$	1,00	121,83 <sup>ns</sup>
		$1 \times 10^8$	0,75	122,16
		$1 \times 10^6$	1,00	121,16
		$1 \times 10^6$	0,75	122,00
		Sin aplicación	0,00	119,50
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	122,00 <sup>ns</sup>
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	121,66
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	120,66
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	120,33
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	118,66
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	121,66
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	122,66
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	121,66
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	123,66
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	120,33
Promedio general				121,33
Significancia estadística		Factor A		Ns
		Factor B		Ns
		Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)				5,50

Ns: no significativo

#### 4.5. Longitud de mazorca

La variable longitud de mazorca se encuentra en el Cuadro 5. El análisis de varianza no consiguió diferencias significativas para el factor Labranza y se observaron diferencias significativas para el factor Biofertilizante e interacciones, el coeficiente de variación 5,75 %. La labranza mínima tuvo 18,97 cm superior a Labranza Cero. En biofertilización la concentración  $1 \times 10^6$  dosis de 1,00 L/ha presentó 19,42 cm estadísticamente superior a los demás tratamientos. En las interacciones Labranza Cero con  $1 \times 10^8$  dosis de 0,75 L/ha (19,95 cm) fue superior estadísticamente a los demás tratamientos.

Cuadro 5. Longitud de mazorcas con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblviejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Cm
Labranza Mínima				18,97 <sup>ns</sup>
Labranza Cero				18,87
		$1 \times 10^8$	1,00	19,00 c
		$1 \times 10^8$	0,75	19,23 b
		$1 \times 10^6$	1,00	19,42 a
		$1 \times 10^6$	0,75	18,91 d
		Sin aplicación	0,00	18,09 e
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	18,55 c
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	18,51 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	19,51 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	19,48 b
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	18,58 c
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	19,45 b
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	19,95 a
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	19,03 b
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	19,23 b
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	16,70 d
Promedio general				18,93
Significancia estadística		Factor A		Ns
		Factor B		**
		Interacción		**
Coeficiente de variación (%)				5,75

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo

Ns: no significativo

#### 4.6. Diámetro de mazorca

La variable longitud de mazorca se encuentra en el Cuadro 5. El análisis de varianza no consiguió diferencias significativas para el factor Labranza y Biofertilizante, se observaron diferencias significativas en interacciones, el coeficiente de variación 3,15 %. La labranza mínima tuvo 5,53 cm superior a Labranza Cero. En biofertilización la concentración  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha presentó 5,60 cm. En las interacciones Labranza Cero con  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha (5,70 cm) fue superior estadísticamente a los demás tratamientos.

Cuadro 6. Diámetro de mazorcas con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblviejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Cm
Labranza Mínima				5,53 <sup>ns</sup>
Labranza Cero				5,51
		$1 \times 10^8$	1,00	5,60 <sup>ns</sup>
		$1 \times 10^8$	0,75	5,54
		$1 \times 10^6$	1,00	5,55
		$1 \times 10^6$	0,75	5,52
		Sin aplicación	0,00	5,49
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	5,49 c
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	5,50 c
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	5,60 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	5,56 b
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	5,49 c
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	5,70 a
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	5,58 b
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	5,50 c
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	5,54 b
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	5,21 d
Promedio general				5,52
		Factor A		Ns
Significancia estadística		Factor B		Ns
		Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)				3,15

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo

Ns: no significante



#### 4.7. Número de granos/mazorca

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas para el factor A (labranza), pero alta significancia en factor B (biofertilización) e interacciones. El coeficiente de variación 4,08 % (Cuadro 7).

En labranza mínima se tuvo más granos (406) con relación a labranza cero. En biofertilización la concentración  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha presentó 445,0 granos, superior estadísticamente a los demás tratamientos. En las interacciones Labranza Mínima con la concentración de  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha con 450 granos, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Cuadro 7. Número de granos por mazorcas con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblviejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Granos
Labranza Mínima				406 <sup>ns</sup>
Labranza Cero				390
		$1 \times 10^8$	1,00	445,00 a
		$1 \times 10^8$	0,75	405,00 b
		$1 \times 10^6$	1,00	395,00 c
		$1 \times 10^6$	0,75	415,00 b
		Sin aplicación	0,00	365,00 d
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	450,00 a
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	380,00 c
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	410,00 c
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	420,00 b
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	390,00 c
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	400,00 c
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	410,00 b
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	410,00 b
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	400,00 c
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	310,00 d
Promedio general				398
Significancia estadística		Factor A		Ns
		Factor B		**
		Interacción		**
Coeficiente de variación (%)				4,08

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo    Ns: no significativo

#### 4.8. Relación Grano-Tuza

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas para el factor A (labranza), pero alta significancia en factor B (biofertilización) e interacciones. El coeficiente de variación 1,08 % (Cuadro 8).

En labranza mínima se alcanzó mayor relación (3,56) con relación a labranza cero. En biofertilización el testigo sin aplicación presentó 3,62, superior estadísticamente a los demás tratamientos. En las interacciones Labranza Mínima sin aplicación con 3,76, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Cuadro 8. Relación grano/tuza de granos por mazorcas con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Granos
Labranza Mínima				3,56 <sup>ns</sup>
Labranza Cero				3,48
		1 x 10 <sup>8</sup>	1,00	3,26 c
		1 x 10 <sup>8</sup>	0,75	3,54 b
		1 x 10 <sup>6</sup>	1,00	3,54 b
		1 x 10 <sup>6</sup>	0,75	3,45 b
		Sin aplicación	0,00	3,62 a
Labranza Mínima	1 x 10 <sup>8</sup>		1,00	3,27 d
Labranza Mínima	1 x 10 <sup>8</sup>		0,75	3,35 b
Labranza Mínima	1 x 10 <sup>6</sup>		1,00	3,57 c
Labranza Mínima	1 x 10 <sup>6</sup>		0,75	3,64 b
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	3,76 a
Labranza Cero	1 x 10 <sup>8</sup>		1,00	3,44 b
Labranza Cero	1 x 10 <sup>8</sup>		0,75	3,53 c
Labranza Cero	1 x 10 <sup>6</sup>		1,00	3,51 c
Labranza Cero	1 x 10 <sup>6</sup>		0,75	3,46 b
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	3,47 b
Promedio general				3,52
Significancia estadística		Factor A		Ns
		Factor B		**
		Interacción		**
Coeficiente de variación (%)				1,08

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo    Ns: no significativo

#### 4.9. Peso de 1000 granos

La variable peso de 100 granos se observa en el Cuadro 9. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas para los factores e interacciones. El coeficiente de variación 11,57 %.

En labranza mínima se alcanzó mayor peso (38,46) con relación a labranza cero. En biofertilización la concentración  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha presentó 39,32. En las interacciones Labranza cero con concentración  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha (39,53 gramos) fue superior a los demás tratamientos.

Cuadro 9. Peso de granos con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	Granos
Labranza Mínima				38,46 <sup>ns</sup>
Labranza Cero				38,44
		$1 \times 10^8$	1,00	39,32 <sup>ns</sup>
		$1 \times 10^8$	0,75	38,62
		$1 \times 10^6$	1,00	38,65
		$1 \times 10^6$	0,75	37,90
		Sin aplicación	0,00	37,80
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	38,26 <sup>ns</sup>
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	37,80
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	38,23
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	38,46
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	39,03
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	39,53
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	39,43
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	37,36
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	37,33
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	39,10
Promedio general				38,45
Significancia estadística		Factor A		Ns
		Factor B		Ns
		Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)				11,57

Ns: no significativo

#### 4.10. Rendimiento

El rendimiento de grano se presenta en el Cuadro 10, el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para los factores A (labranza), factor B (biofertilización) e interacciones, el coeficiente de variación 3,77 %. La labranza mínima (7,51 t/ha) fue estadísticamente superior a la labranza cero. En biofertilización la concentración  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha con 7,60 t/ha fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. En las interacciones, Labranza mínima con concentración  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha (8,33 t/ha) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el menor valor el encontrado en labranza cero sin aplicación con 6,87 t/ha.

Cuadro 8. Rendimiento por hectárea con la aplicación de Azotobacter en el cultivo de maíz. Puebloviejo. 2017.

Sistema de labranza	Concentración UFC/L	Concentración UFC/L	Dosis L/ha	t/ha
Labranza Mínima				7,51 a
Labranza Cero				6,86 b
		$1 \times 10^8$	1,00	7,60 a
		$1 \times 10^8$	0,75	7,51 b
		$1 \times 10^6$	1,00	7,25 d
		$1 \times 10^6$	0,75	7,36 c
		Sin aplicación	0,00	6,19 e
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		1,00	8,33 a
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$		0,75	7,59 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		1,00	7,40 b
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$		0,75	7,19 c
Labranza Mínima	Sin aplicación		0,00	5,18 e
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		1,00	7,71 b
Labranza Cero	$1 \times 10^8$		0,75	7,43 b
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		1,00	7,10 c
Labranza Cero	$1 \times 10^6$		0,75	7,02 c
Labranza Cero	Sin aplicación		0,00	6,87 d
Promedio general				7,18
		Factor A		**
Significancia estadística		Factor B		**
		Interacción		**
Coeficiente de variación (%)				3,77

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

\*\*= altamente significativo

#### 4.11. Evaluación económica

En el Cuadro 11, se presentan los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos, con el análisis de ingresos y egresos

El tratamiento labranza mínima tratado con Azotobacter concentración  $1 \times 10^8$  en dosis de 1,0 L/ha alcanzó mayor utilidad con \$1 266,44, mientras el menor ingreso fue reportado en Labranza mínima sin aplicación de Azotobacter con \$ 458,76.

Cuadro 11. Análisis económico de los tratamientos, con tratamientos de MPC y fitohormonas. Babahoyo, 2015.

Tratamiento	Concentración UFC	Dosis L/ha	Rendimiento Kg/ha	Ingreso	Costo Fijos agroquímicos	Costo Fertilización	Costo Foliar	Costo de cosecha	Costo Total	Utilidad Neta
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$	1	8,33	2474,3	685,45	223,45	24	274,92	1207,82	1266,44
Labranza Mínima	$1 \times 10^8$	0,75	7,59	2254,5	685,45	223,45	18	250,50	1177,40	1077,06
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$	1	7,4	2198,0	685,45	223,45	24	244,22	1177,12	1020,90
Labranza Mínima	$1 \times 10^6$	0,75	7,19	2135,6	685,45	223,45	18	237,29	1164,19	971,45
Labranza Mínima	Sin aplicación	0	5,18	1538,6	685,45	223,45	0	170,96	1079,86	458,76
Labranza Cero	$1 \times 10^8$	1	7,71	2290,1	685,45	223,45	24	254,46	1187,36	1102,74
Labranza Cero	$1 \times 10^8$	0,75	7,43	2206,9	685,45	223,45	18	245,21	1172,11	1034,82
Labranza Cero	$1 \times 10^6$	1	7,1	2108,9	685,45	223,45	24	234,32	1167,22	941,69
Labranza Cero	$1 \times 10^6$	0,75	7,02	2085,1	685,45	223,45	18	231,68	1158,58	926,57
Labranza Cero	Sin aplicación	0	6,87	2040,6	685,45	223,45	0	226,73	1135,63	904,96

## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudiaron los efectos de dosis de Azobacter complementarios a la fertilización edáfica en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano del maíz híbrido, los mismos que tuvieron efectos significativos en varias características agronómicas.

En lo que respecta a días a floración y cosecha, no se reportó significancia estadística entre los tratamientos, esto debido a que el Azotobacter en reporte encontrados no tiene influencia sobre estos factores, que normalmente depende más de condiciones ambientales tal como indica Kennedy y Tchan (1992), quienes manifiestan que Azotobacter proporciona muchas ventajas como regulador en el crecimiento de las plantas, promoviendo el crecimiento de las raíces lo que lleva al aumento en la concentración de materia seca. De la misma manera concuerda Méndez, Castro y García (2014) al indicar estos que favorece el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismos, que incluyen la secreción de fitohormonas, fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fósforo, entre otros.

El resultado de las aplicaciones de Azotobacter mostró mejoramiento de las condiciones fisiológicas y morfológicas de la plantación, el cultivo logró un desarrollo adecuado, aumentando el crecimiento de las plantas y la calidad de la cosecha, especialmente con la aplicación de dosis de mayor concentración en dosis de 1.0 L/ha. Esto concuerda con lo manifestado CIA (2004) quienes manifiestan que la biofertilización en términos generales, solamente puede complementar, y en ningún caso sustituir la fertilización al suelo. Por esta razón, la biofertilización es una excelente alternativa para una agricultura sostenible. La biofertilización nos puede brindar efectos adicionales como, el incremento en la eficiencia fotosintética, cambios en la fisiología de la planta, disminución de la senescencia y prolongación de la capacidad fotosintética de la hoja. Así mismo las bacterias fijadoras de

nitrógeno son componentes muy importante del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuados, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen encimas que toman el nitrógeno en su forma gaseosa de la atmosfera y con las azucares que obtienen de la planta fijan el nitrógeno dentro de la biomasa bacteriana, si las bacterias satisfacen sus necesidades de nitrógeno pasan a la planta y pueden absorber niveles elevados de proteína en las plantas (Arias, López y Guerrero, 2007).

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el sistema de labranza reducida tratado con una dosis de 1,0 L/ha de Azotobacter con una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC, la cuales aumentaron la diversidad de microbiota del suelo con referencia a este actinomiceto, tal como los manifiesta Andrade (2009) al decir que las bacterias Azotobacter son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo, fijan aproximadamente 20 mg N/g de azúcar en el cultivo o puro en un medio libre de nitrógeno siendo una fuente para obtener un biofertilizante. Así mismo estos microorganismos aumentan la capacidad de intercambio catiónico, mejoran la estructura del suelo, disminuyen las incidencias de plagas y enfermedades en los cultivos, reducen la aplicación de agroquímicos, disminuyen la aplicación de fertilizantes químicos, la aplicación edáfica y foliar en todas las etapas del cultivo. Además concuerda con Arias, López y Guerrero (2007), al decir que estas bacterias son componentes muy importante del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuados.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Las plantas sembradas en el sistema de labranza reducida presentaron mejor comportamiento agronómico con relación a aquellas del sistema de labranza cero.
2. Las plantas de maíz tratadas con concentración de Azotobacter de  $1 \times 10^8$  UFC/L, en dosis de 1 L/ha presentaron mejores resultados con relación a las no tratadas.
3. La interacción del sistema de labranza reducida más concentración de Azotobacter de  $1 \times 10^8$  UFC/L en dosis de 1 L/ha, reportó una mejor condición agronómica de las plantas tratadas.
4. Las variables longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de granos por mazorca y relación grano/tuza, reportaron significancia estadística parcial a la aplicación de los tratamientos.
5. El mayor rendimiento se presentó con Labranza mínima con concentración  $1 \times 10^8$  dosis de 1,00 L/ha (8,33 t/ha)
6. El tratamiento labranza mínima tratado con Azotobacter concentración  $1 \times 10^8$  en dosis de 1,0 L/ha alcanzó mayor utilidad con \$1 266,44,.



En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar aplicaciones de Azotobacter concentración  $1 \times 10^8$  en dosis de 1,0 L/ha para lograr incrementos de rendimiento de grano de maíz.
2. Emplear para la siembra el híbrido DK-7088 por su estable comportamiento en la zona de estudio.
3. Implementar trabajos similares con otros genotipos, biofertilizantes y condiciones de manejo.

## VII. RESUMEN

En los terrenos del Sr. Jonathan Gonzales ubicado en el Km 35 de la vía Babahoyo–Puebloviejo, fue establecido un ensayo en el maíz híbrido DK-7088, en el cual se evaluó cepas de Azotobacter en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de labranza. Con esto se midió los efectos de las dosis de productos sobre el comportamiento agronómico y un análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos.

Se utilizó el diseño experimental en parcelas divididas, con 2 tratamientos, 5 subtratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron las variables: días a floración, altura de planta, altura de inserción de mazorca, mazorcas por planta, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, relación grano/ tusa, peso de mazorcas; peso de 100 granos y rendimiento de grano. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia, y se aplicó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos.

Analizados los resultados experimentales, encontró efectos significativos en varias características agronómica de las dosis de Azobacter complementarios a la fertilización edáfica. En lo que respecta a días a floración y cosecha, no se reportó significancia estadística entre los tratamientos. El resultado de la aplicaciones de Azotobacter mostró mejoramiento de las condiciones fisiológicas y morfológicas de la plantación, el cultivo logró un desarrollo adecuado, aumentando el crecimiento de la plantas y la calidad de la cosecha. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el sistema de labranza reducida tratado con una dosis de 1,0 L/ha de Azotobacter con una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC.

## VIII. SUMMARY

In Mr. Jonathan's lands Gonzales located in the Km 35 of the road Babahoyo-Puebloviejo, was established a rehearsal in the hybrid corn DK-7088, in which was evaluated stumps of Azotobacter in the cultivation of corn low two farm systems. With this it was measured the effects of the doses of products on the agronomic behavior and an economic analysis of the grain yield in function at the cost of the treatments.

The experimental design was used in divided parcels, with 2 treatments, 5 subtreatments and three repetitions. The variables were evaluated: days to flowering, plant height, height of ear insert, ears for plant, diameter of ears, longitude of ears, relationship grain/tusa, weight of ears, weigh of 100 grains and grain yield. The evaluated variables were subjected to the variancia analysis, and the test was applied from Tukey to 95% of probability to determine the statistical difference among the stockings of the treatments.

Analyzed the experimental results, he found significant effects in agronomic several characteristics of the doses from complementary Azobacter to the fertilization soils. In what concerns to days to flowering and it harvests, statistical significancia was not reported among the treatments. The result of the applications of Azotobacter showed improvement of the physiologic and morphological conditions of the plantation, the cultivation it achieved an appropriate development, increasing the growth of the plants and the quality of the crop. The biggest grain yield you obtuvo with the system of farm reduced treaty with a dose of 1,0 L/ha of Azotobacter with a concentration of  $1 \times 10^8$  UFC.

## IX. LITERATURA CITADA

Acuña, O. 2010. El uso de tecnologías limpias para el mejoramiento de la productividad de los cultivos y la recuperación de la calidad y salud de los suelos. Boletín N° 99, Revista Agricultura Sostenible. Centro Agronómico de Transferencia, Investigación y Enseñanza-CATIE. Costa Rica. 42p.

Agritec. 2010. Importancia de la nutrición vegetal. Disponible en [http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos](http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos)

Agrodiagnostic. 2016. Manual y catálogo de productos. Disponible en [www.agrodiagnostic.com.ec](http://www.agrodiagnostic.com.ec)

Aguirre, M. 2004. Biofertilizantes microbianos: antecedentes del programa y resultados de validación en México. En Simposio de Biofertilizantes: La biofertilización como tecnología sostenible. Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, México. pp. 71-86.

Amores, F., Mite, F., Carrillo, M. 2010. Manejo de la fertilidad en maíz duro; Manual Técnico N° 28. INIAP, Estación Experimental Pichilingue, Qveevdo. 24p.

Andrade, J. (2009). Efecto de la inoculación con *Azotobacter* sp. en el crecimiento de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao*), genotipo nacional, en la provincia de Esmeraldas. Tesis Ing. Agr. Universidad Luis Vargas Torres. pp36.

Attanandana, T., Yost, R. 2004. Estrategia de manejo de nutrientes por sitio específico en maíz. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones. Agronómicas N° 53. p 1-4.

Arias, F., López, V., Guerrero, P. 2007. Tratamiento de cultivos sin suelo. Revista Horticultura. Ed Mundipresa. Ref:4079. p 13-15.

Barber, S. 2007. Alcance nuevas metas en el rendimiento del maíz. La Hacienda (EE.UU) 62 (2):63.

Below, F. 2002. Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada de maíz. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones. Agronómicas N° 54. pp:3-9.

Bizzozero, P. 2006. Reducen biofertilizantes costos y daño ambiental. Imagen agropecuaria. (Costa Rica). 2006 (1):12-14.

Capello, S. (2000). Estudio poblacional de *Azospirillum* spp., en plantas de café (*Coffea arabica* L.) en las principales regiones cafetaleras. Disponible en [http://www.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CB/EC/CBC-25.pdf](http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CB/EC/CBC-25.pdf).

Carvajal, J.; Mera, A. 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible (en línea) Consultado 15 Dic.2015 Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v5n2/v5n2a07.pdf>.

Castro, J. 2008. Estudio de la respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la fertilización química acompañado de un programa orgánico de alto rendimiento de grano, en condiciones de secano. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 86p.

Centro de Investigaciones y Aplicaciones Biotecnológicas - IAB. 2001. "Biofertilizantes". Valencia, España.

Clementi F. (1997). Producción de Alginato por *Azotobacter vinelandii*. *Crit Rev Biotechnol.* 17(4):327-61.

CIA. 2004. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Costa Rica <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>

Dibut, B. 2001. Obtención de un biofertilizante y bioestimulador del crecimiento vegetal para su empleo en la cebolla de bulbo. Tesis de Doctorado, La Habana, 104 pp.

Dixon R & Kahn D. (2004). Regulación Genética de la Fijación Biológica de Nitrógeno. *Nat Rev Microbiol.* 2(8):621-31.

Gaitán, E; García, R. (1998). Microbiología General. Microbios en Línea. Centro de Investigaciones sobre Fijación de Nitrógeno. *Crop. Plants. Brock/Sp ringer Series in Contemporary Bioscience.* E.U. pp. 153.

González, V.; Lluch, B. (2002). Interacción de micorriza y *Bacillus subtilis* en la producción de plántula de chile en invernadero. XII Congreso nacional de Ingeniería agrícola y II foro de la agroindustria del mezcal (memorias). AMIA. Oaxaca, México.

Hussigi, P; Fuentes, V; Polanco, B; Urquiaga, H. 2001. Alternativas para la producción de cacao en Colombia. Centro de Investigación de Agricultura Tropical. Boletín Divulgativo N°101. p 33-45.

Instituto Internacional de nutrición de plantas - IPNI. 2011. Manual de fertilización para el cultivo del arroz en Latinoamérica. IPNI, México, 3 ed. p 15-98.

Kennedy, J.; Tchan, J. 1992. Producción orgánica de cultivos en el valle del Cauca. Universidad de la Sabana. Editorial Produmedios, Colombia. pp 45-54.

Méndez, G., Castro, M., García, P. 2014. *Azospirillum* una rizobacteria con uso potencial en la agricultura, (en línea). Consultado 18 Dic.2015 Disponible en: <http://www.biologicas.umich.mx/index.php/biologicas/article/download/172/170>.

Merchán, M., Valverde, F., Novoa, V. Pumisacho, M. 2006. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de arroz. Quevedo. Aprocico-UTEQ. 216 p.

Muñoz, M. 2016. Evaluación de algunas características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional de maíz en la zona de Babahoyo, Los Ríos. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 54p.

Peralvo Lupera, D. (2010). Importancia de la nutrición vegetal. Disponible en [http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos](http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos)

Rengel, M. 2004. Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 53. pp:9-1.

Ribó-Herrero, M. 2004. Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado y ecológico. Universidad de Valencia. Departamento de Recursos Naturales. Tesis Doctoral. ISBN:84-370-6008-7. 185p.

Steward, W. 2001. Fertilizante y el ambiente. Instituto de la Potasa y el Fosforo. Informaciones Agronómicas. N° 44. pp 6-7.

Suquilanda, M. 2006. Manual de agricultura orgánica en hortalizas, Universidad Central del Ecuador. pp 20-35.

Zinck, J.A., Valenzuela, C.R., 1994. Soil geographic database: structure and application examples. ITC Journal 1990-3: 270-294.



**ANEXOS**

## IMAGENES DEL ENSAYO



**Figura 1.** Preparación de terreno.



**Figura 2.** Siembra del experimento.



**Figura 3.** Aplicación de tratamientos.



**Figura 4.** Crecimiento del cultivo.



**Figura 5.** Evaluación de mazorcas.



**Figuras 6.** Visita de tutor.



**Figura 7.** Estaquillo y distribución de parcelas.



**Figura 8.** Diferencias entre tratamientos.