



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



TRABAJO DE TITULACION

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo”

AUTOR:

Telmo Santiago Rodríguez Alvarado

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Neptalí Colina Navarrete, MSc.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Origen y taxonomía.....	4
2.2. Morfología del maíz.....	4
2.2.1. Raíz	4
2.2.2. Tallo	4
2.2.3. Hojas.....	5
2.2.4. Inflorescencia.....	5
2.3. Microorganismos del suelo	5
2.4. Interacciones entre microorganismos y plantas	7
2.5. Azospirillum: habitante de la gramínea	7
2.6. Producto comercial a base de Azospirillum	8
2.7. Pseudomonas fluorescens.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Ubicación y descripción del área experimental	11
3.1.1 Descripción del área experimental.....	11
3.2. Material de Siembra	11
3.3. Factores estudiados.....	12
3.4. Métodos	12
3.5. Tratamientos	12
3.6. Diseño experimental	13
3.6.1. Análisis de varianza.....	13
3.7. Manejo del ensayo	13
3.7.1. Análisis del suelo	14
3.7.2. Preparación del suelo	14

3.7.3. Siembra	14
3.7.4. Control de malezas	14
3.7.5. Riego	14
3.7.6. Fertilización.....	14
3.7.7. Control fitosanitario	15
3.7.8. Cosecha.....	15
3.8. Variables a evaluar	15
3.8.1. Altura de planta.....	15
3.8.2. Altura de Inserción	16
3.8.3. Diámetro de tallo.....	16
3.8.4. Días a la floración	16
3.8.5. Días a la maduración fisiológica	16
3.8.6. Diámetro de mazorca.....	16
3.8.7. Longitud de mazorca	16
3.8.8. Peso de 100 granos	16
3.8.9. Rendimiento por hectárea.....	17
3.8.10. Análisis microbiológico de suelos	17
3.8.11. Análisis económico	17
BIBLIOGRAFÍA	38

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos originario de América y que forma parte del grupo de las gramíneas más consumidas y requeridas tanto para el hombre, la industria avícola y producción de biocombustible. Debido a su adaptabilidad y a las condiciones edafoclimaticas optimas, hace posible que se lo cultive en grandes extensiones y en diferentes zonas del Ecuador.

El cultivo de maíz es uno de los más importantes del Ecuador por lo que es considerado de manera prioritaria en los planes de investigación, desarrollo y fomento productivo del gobierno. Durante los últimos cinco años ha existido un incremento en la producción y rendimiento de grano de tipo amarillo duro, cultivado mayormente en la región litoral o costa del país, pasando de un rendimiento promedio a nivel nacional de 3,68 a 5,63 t ha⁻¹, en una superficie de 329 652 ha para el 2016; mientras que la producción y el rendimiento de los maíces de tipo amiláceo o suave han sido inestables desde el 2010 y su superficie cosechada ha disminuido significativamente de 121 477 ha en el 2010 a 68 313 ha en el 2016¹.

A nivel comercial en la región costa ecuatoriana existen alrededor de 22 híbridos comercializados por la empresa privada, toda tecnología introducida, mientras que en la sierra no existen empresas privadas comercializadoras semilla certificada de maíz.

El cultivo de maíz de altura constituye la base de la alimentación de la población rural del Ecuador, sin embargo, el poco uso de tecnología ha hecho que los rendimientos de maíz de altura disminuyan. Por otro lado, el alto costo de los fertilizantes sintéticos y su uso excesivo, están causando un grave impacto ambiental por lo que es necesario reducir su utilización y proporcionar alternativas

¹ Villavicencio, J., Zambrano, J., Yáñez, C. (2017). Respuesta del Complejo Azospirillum-Pseudomonas en la Extracción de Nitrógeno y Fósforo en la Variedad de Maíz INIAP-101. Archivos Académicos USFQ 9: 9–12.

válidas en la nutrición de las plantas.

Actualmente el uso de biofertilizantes elaborados a base de microorganismos benéficos tales como *Azospirillum*, *Pseudomonas*, que viven asociados o en simbiosis con las raíces de las plantas, contribuyen eficientemente al proceso de nutrición de los cultivos y mejoran la fertilidad natural de los suelos, proporcionando además un efecto agrobiológico positivo en los cultivos agrícolas y pueden constituirse en una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales.

La incorporación de biofertilizantes en concentraciones adecuadas al suelo, mejora, acondiciona y estimula el desarrollo de microorganismos benéficos cercanos a la raíz de la planta, debido que mediante estos organismos benéficos se genera una mejor utilización de elementos en el suelo.

En los momentos actuales el uso de los biofertilizantes estas generando una creciente demanda y uso en los sistemas agrícolas, por su uso racional debido a que no genera residuos indeseables y no contaminantes, manteniendo una sostenibilidad en el ambiente y la agricultura.

La presente investigación generó alternativas y conocimiento sobre los resultados de estos microorganismos dentro del sistema productivo, generando cosechas más sanas y así también permitir el establecimiento de microorganismos benéficos y la fertilidad de los suelos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido en la zona de Los Ríos.

1.1.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el comportamiento agronómico del maíz a la aplicación de los tratamientos.
2. Determinar el tratamiento más influyente sobre el rendimiento del cultivo del maíz.
3. Realizar un análisis económico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen y taxonomía

Medina Oyarve (2015) menciona que el maíz (*Zea Mays*) es una especie de gramínea anual originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción a nivel mundial, superando incluso al trigo y arroz. A continuación, se describe la taxonomía del cultivo:

REINO: Plantae

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

SUBCLASE: Commelinidae

ORDEN: Poales

FAMILIA: Poaceae

GÉNERO: *Zea*

ESPECIE: *Zea Mays*

Es una planta monocotiledónea, anual de la familia de las gramíneas oriunda de América.

2.2. Morfología del maíz

2.2.1. Raíz

Yusmaira (2011) indica que el sistema radical está compuesto por una raíz primaria, que tiene origen en la radícula y muy corta duración luego de la germinación. Para posteriormente configurar un sistema de raíces adventicias que brota a nivel de la corona del tallo y que entrelazan fuertemente por debajo de la superficie terrestre.

2.2.2. Tallo

INFOAGRO (2015) manifiesta que el tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula

esponjosa si se realiza un corte transversal.

2.2.3. Hojas

AGRIGAN (2008) indica que las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc. pero, aunque podrían llegar hasta 30, lo normal en nuestras condiciones es que haya un máximo de 15 hojas. Parece que el número de hojas está relacionado con el potencial de producción.

2.2.4. Inflorescencia

CIBIOGEN (2010) menciona que el maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.

2.3. Microorganismos del suelo

Toro (2005) indica que los microorganismos le dan al suelo la característica de ser vivo las plantas no podrían sobrevivir sin la presencia de microorganismos en el suelo, es más, algunas de ellas han realizado simbiosis mutualistas que han evolucionado por millones de años.

BROWN (2010) manifiesta que en virtud de su capacidad de adaptación fisiológica y versatilidad metabólica, las bacterias en las zonas de raíces de las plantas son un agente clave del cambio del suelo en los agroecosistemas, con

efectos positivos, en cuanto a tolerancia de altos contenidos de sales, aumento en los rendimientos de los cultivos y mejoras en la calidad del suelo, respecto a la disponibilidad de nutrientes; sin embargo, esta regulación está mediada por el quórum sensing de las bacterias, las cuales, se deben adaptar para alcanzar una alta proliferación y, de esta manera, se estimulan, se activan y se mantienen en la zona radicular, por medio de la liberación selectiva de los exudados y lixiviados, por parte de las plantas y otros microorganismos.

Trujillo y Díaz (2007) manifiesta que la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal es una alternativa viable tanto en países con una agricultura subdesarrollada, que carecen de fertilizantes, como en los que practican la agricultura moderna, ya que permitiría reducir la cantidad de fertilizantes y plaguicidas químicos que contaminan el medio ambiente y deterioran el suelo, despojándolo de la materia orgánica y erosionándolo. Dentro de esta clasificación se agrupan múltiples géneros bacterianos, como *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Herbaspirillum* y *Klebsiella*.

Sangoquiza Caiza *et al.* (2019) indican que el género *Azospirillum* y *Pseudomonas*, pertenecen a la subclase alfa de las proteobacterias, gram negativas. Estos microorganismos del suelo producen importantes efectos en la planta como, una implantación más rápida, mayor crecimiento de raíces, mayor tolerancia a patógenos, fijación biológica no simbiótica de nitrógeno y solubilización de nutrientes como el fósforo. Una de las bondades agronómicas más considerables que se atribuyen a *Azospirillum* es su capacidad de promover el crecimiento vegetal y fijación de nitrógeno en los primeros estadios del ciclo del cultivo, especialmente bajo estrés moderado. En tanto que los efectos atribuidos a *Pseudomonas* pueden resumirse en una acción de biocontrol, secreción de sustancias inductoras y solubilización de nutrientes como el fósforo.

Sangoquiza Caiza *et al.* (2019) mencionan que estas bacterias pueden

ejercer un efecto benéfico directo, a través de la síntesis de fitohormonas y de vitaminas, estimulación de la germinación de semillas y emergencia de plántulas, inhibición de la síntesis de etileno, solubilización de fósforo (P) inorgánico. De manera indirecta, por medio de síntesis de antibióticos y fungicidas, competencia por nutrientes, producción de sideróforos o por la inducción de la resistencia sistémica a patógenos.

2.4. Interacciones entre microorganismos y plantas

Atlas y Bartha (2001) mencionan que las raíces de las plantas son unos hábitats propicios para el desarrollo de microorganismos. Son muchas y muy variadas las 10 poblaciones microbianas que se encuentran asociadas a las raíces de las plantas. Las interacciones entre los microorganismos del suelo y las raíces de las plantas satisfacen requerimientos nutritivos básicos para la planta y para las comunidades microbianas asociadas a ella. Esto se evidencia por el elevado número de microorganismos que se hallan en el rizoplasma.

Azospirillum es un género de bacterias gram negativas de vida libre capaz de fijar el nitrógeno. Ha sido conocida por muchos años como promotor del crecimiento de las plantas, ya que es un organismo beneficioso para los cultivos. Por ello, pertenecen al grupo de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y han sido aisladas de la rizosfera de gramíneas y cereales. Desde el punto de vista de la agricultura, *Azospirillum* es un género muy estudiado por sus propiedades. Esta bacteria es capaz de usar los nutrientes excretados por la planta y se encarga de la fijación del nitrógeno atmosférico. Gracias a todas estas características favorables, es incluida en la formulación de biofertilizantes para ser aplicados en los sistemas de agricultura alternativos (Gelambi 2018).

2.5. Azospirillum: habitante de la gramínea

Vital y Mendoza (2014) mencionan que las bacterias de vida libre o simbiótica que habitan en la rizósfera de las plantas (la parte del suelo inmediata a las raíces) pueden estimular el crecimiento de las plantas a través de mecanismos

directos e indirectos tales como la síntesis de fitohormonas, la fijación biológica de nitrógeno, la solubilización de nutrientes, la producción de medios de transporte de nutrientes, el control de fitopatógenos del suelo, etcétera.

Los mismos autores indican que la mayoría de los estudios realizados sobre la interacción de estas bacterias con las plantas se han efectuado bajo condiciones de invernadero y, posteriormente, a nivel de campo. La aplicación de dosis altas de fertilizante a las gramíneas es poco recomendable, debido a las condiciones de precipitación escasa y a las restricciones económicas que enfrentan los productores en las regiones áridas y semiáridas. En las últimas décadas se ha investigado el papel que desempeñan las bacterias de la rizósfera o rizobacterias en gramíneas como caña de azúcar, maíz, trigo, sorgo, cebada y pastos tropicales. Cuando las bacterias se localizan en estructuras especializadas, como nódulos en leguminosas, se establece una simbiosis mutualista estricta. En cambio, cuando las rizobacterias aprovechan el microambiente favorable de la planta, sin formar nódulos en la raíz, se habla de una simbiosis asociativa.

2.6. Producto comercial a base de Azospirillum

Agrodiagnostic (2016) indica que Azospitic contiene *Azospirillum* spp. Bacteria fijadora de nitrógeno atmosférico de vida libre asociada a la parte radicular de las plantas. La fijación de nitrógeno la realiza por medio del incremento de la actividad de la enzima nitrato reductasa. Puede sustituir al fertilizante nitrogenado en un 25% cuando su uso es frecuente, además se han reportado otros beneficios con el uso de esta bacteria, ya que es considerada como promotora de crecimiento vegetal al producir diferentes sustancias como auxinas, ácido indol acético, lo que aumenta el número de raicillas secundarias y pelos radicales, promueve el crecimiento y diferenciación celular y por lo tanto aumenta el crecimiento en longitud de la planta, estimulan el crecimiento y maduración de los frutos, floración y geotropismo. Aumenta el rendimiento del cultivo en un 20 %.

Caballero-Mellado (s. f.) Indica que la inoculación de diversas plantas con *Azospirillum* ha mostrado que los principales sitios de colonización son las áreas de elongación celular y las 13 bases de los pelos radicales. Sólo algunas células de *Azospirillum* llegan a adherirse a la cofia o a los pelos radicales. Sin embargo, fue observada la presencia de *Azospirillum* dentro del mucigel que se acumula en la cofia.

Vera y Gabriel (2015) recomiendan la utilización de los biofertilizantes a base de *Azospirillum* brasiliense como complemento de un equilibrado programa nutricional.

Agromeat (2014) menciona que una de las principales características de la bacteria *Azospirillum* que ayuda a la sanidad vegetal, es su capacidad para ser capaz de producir los reguladores de crecimiento de plantas.

2.7. Pseudomonas fluorescens

Álvarez (2015) indica que son bacterias baciliformes, aerobias, poseen varios flagelos polares. Son conocidas por su capacidad de estimular el crecimiento de las plantas que viven en contacto con ellas. Según la clasificación taxonómica se ubican en:

Reino: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Pseudomonadales

Familia: Pseudomonadaceae

Género: Pseudomonas

Especie: Pseudomonas fluorescens Migula

Álvarez (2015) menciona que es una de las especies más estudiadas, pues produce metabolitos como sideróforos, antibióticos, compuestos volátiles, enzimas y fitohormonas. Se informó su efectividad en el control de hongos patógenos como

Gaeumannomyces graminis.

Control Bio (s. f.) Menciona que las *Pseudomonas* actúan de una doble manera sobre el cultivo: promueven el crecimiento vegetal y suprimen a los microorganismos patógenos. Hay quien ha sugerido que estimulan el establecimiento de otros microorganismos beneficiosos asociados a las raíces como las micorrizas. Las *Pseudomonas* producen un incremento de la disponibilidad de Fósforo y nitrógeno en forma asimilable para la planta debido a la producción de fitohormonas estimuladoras de la actividad vegetativa, así como la degradación de precursores del etileno.

Pérez Álvarez *et al.* (2015) indican que *P. fluorescens* tiene una gran capacidad para solubilizar fósforo. La bacteria puede realizar esta actividad a través de dos vías: la primera es la producción de ácidos orgánicos (cítrico, oxálico, glucónico) que actúan sobre el pH del suelo, favoreciendo la solubilización del fósforo inorgánico y liberando el fosfato al suelo. La otra vía es a través de las fosfatasas, estas son enzimas hidrolasas (Monoesterasas y diesterasas fosfóricas) que actúan sobre las uniones ésteres, liberando los grupos fosfatos de la materia orgánica. Ambas vías generan una mayor cantidad de fosfato, disponible para ser absorbido por las raíces de las plantas.

Pérez Álvarez *et al.* (2015) mencionan que otro aspecto destacable en *P. fluorescens* es la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento. Las principales sustancias de este tipo son hormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas). Además, también producen aminoácidos y promotores específicos del crecimiento vegetal. La producción de estas sustancias es posible siempre que sea adecuada la concentración de organismos en el sistema radicular y que en el suelo haya suficiente cantidad de materia orgánica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

La presente investigación se realizó en los terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo ubicada en el kilómetro 7,5 de la vía Babahoyo Montalvo, en la provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas 79° 32' de longitud Oeste y 01° 49' de latitud sur.

La zona representa un clima tropical según la clasificación de Köppen, con una temperatura media anual 24,2 °C con una precipitación media anual de 1934,1 mm².

3.1.1 Descripción del área experimental

Distancia entre parcelas: 0,5 m

Distancia entre bloques: 1 m

Área por unidad experimental: 20 m²

Área útil por unidad experimental: 16 m²

Área total por bloques: 540 m²

Área útil por bloques: 432 m²

Área total del ensayo: 630 m²

3.2. Material de Siembra

Se utilizó como material de siembra el híbrido de maíz SOMA, distribuido por la empresa AGRIPAC S.A., el mismo presenta las siguientes características³:

Características	Detalle
Ciclo vegetativo (Días)	137
Altura de planta(cm)	225 - 237
Color del grano	amarillo-anaranjado
Potencial de rendimiento (kg/ha)	8190

² Datos tomados en la estación meteorológica FACIAG-UTB-2018

³ Fuente: Catálogo de productos Agripac S.A. Disponible en www.agripac.com. 2017.

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de maíz.

Variable independiente: Dosis de aplicación de *Azospirillum* y *Pseudomonas*.

3.4. Métodos

Los métodos utilizados fueron: Inductivo – Deductivo, Deductivo – Inductivo, y Experimental.

3.5. Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos estudiados, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamiento				
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	Épocas de Aplicación d.d.s	Dosis Total Ciclo(L/Ha)
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0 L	0-25	2,0
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0 L	0-25	4,0
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 L	0-25	2,0
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 L	0-25	4,0
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 L + 1,0 L	0-25	4
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 L + 2,0 L	0-25	8
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	NA	NA
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	NA	NA
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)			

La fertilización se realizó de acuerdo al requerimiento del cultivo calculados para un rendimiento de 6000 kg/ha⁻¹, según IPNI (2015); 133,2 kg/ha⁻¹ N; 42,64 kg/ha⁻¹ P₂O₅ y 189,42 kg/ha⁻¹ K₂O₄.

Testigo Químico Alto Rendimiento: Programa de fertilización basado en niveles de rendimiento con escalas del IPNI.

Testigo Químico Agricultor: Programa de fertilización basado en aplicación de productores de la zona.

Testigo Absoluto: Sin aplicación de tratamientos y fertilización.

La aplicación de los tratamientos se realizó con una bomba de mochila CP-3, previamente calibrada y para una mejor eficiencia se utilizará una boquilla de cono sólido dirigida al suelo. La aplicación será posterior al riego, con la finalidad de mejorar la mejor diseminación de las cepas.

3.6. Diseño experimental

El método que se utilizó es el diseño de bloques completamente al azar con 9 tratamientos y tres repeticiones se empleó el análisis de varianza para determinar la significancia estadística y la prueba de Tukey al 5 % de significancia para la composición de medias de los tratamientos.

3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grado de libertad
Tratamientos	9
Repeticiones	3
Error experimental	16
Total	27

3.7. Manejo del ensayo

Se realizó todas las labores y prácticas agrícolas que requiera el cultivo de

maíz, durante todo su ciclo vegetativo.

3.7.1. Análisis del suelo

Se realizó el análisis previo ante la siembra en los laboratorios de la estación Santa Catalina del INIAP, en el que se tomará una muestra compuesta del mismo, para su respectivo análisis físico, químico y microbiológica, para determinar las cantidades existentes.

3.7.2. Preparación del suelo

La labranza del suelo se realizó con un pase de arado y dos pases de rastras, para dejar el suelo suelto y mullido, como también dejar buenas condiciones para una homogeneidad en la germinación de las semillas.

3.7.3. Siembra

Se efectuó de manera manual utilizando un espeque (pedazo de madera con punta), colocando una semilla por sitio, a la distancia de 0,80 m entre hileras y 0,20 m entre plantas, dando una densidad poblacional de 62.500 plantas por hectárea. Las semillas serán tratadas con el insecticida Thiodicarb en dosis de 20 cc por kilogramo de semillas para prevenir el ataque de insectos trozadores.

3.7.4. Control de malezas

Se aplicó la mezcla de herbicidas preemergentes Pendimethalin 3 L/ha + Atrazina 1,5 kg/ha, inmediatamente después de la siembra. Posteriormente a la presencia de malezas se aplicará paraquat en dosis de 1,5 L/ha y también se realizarán deshierbas manuales.

3.7.5. Riego

Se aplicó al momento de la siembra y después de la siembra se realizaron 4 riegos por semana por un tiempo de 3 horas.

3.7.6. Fertilización

El programa de fertilización química se determinó, para un programa nutricional con un rendimiento mínimo de 8000 kg/ha.

Como fuente se utilizó: Urea (46 % N), Cloruro de potasio (60 % K₂O), DAP (18 %N - 46 %P₂O₅), Sulfato de magnesio (21 %S – 24 % MgO), Sulfato de Amonio (21%N – 24%S), Solubor (4 %B₂O₅) y Quelato de Zinc (14 %Zn).

La distribución de la dosis será realizada con el detalle del cuadro de tratamientos, aplicando el fósforo a la siembra junto con el 50 % del potasio. La aplicación de nitrógeno se hará a los 25-35 días después de la siembra (50 % - 50 %). El potasio restante se aplicará a los 25 días después de la siembra (50 %). El azufre restante se colocará a los 25 días después de la siembra. Los micronutrientes se aplicarán a los 25 y 35 días después de la siembra vía foliar.

3.7.7. Control fitosanitario

Constantemente se efectuó monitoreos, detectándose la presencia de Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), lo que fue controlado con Methomyl en dosis de 100 g/ha en cada aplicación a los 10, 25 y 40 días después de la siembra.

3.7.8. Cosecha

Se lo realizo en forma manual y cuando los granos alcancen la madurez fisiológica, es decir cuando tenga un 13 % de humedad.

3.8. Variables a evaluar

Con la finalidad de tener resultados con la aplicación de los acondicionadores de suelos, se evaluó las siguientes variables:

3.8.1. Altura de planta

Se tomó al azar 10 plantas por parcela experimental. La altura se medirá

desde la el nivel del suelo hasta la inserción de la mazorca, los valores se expresaron en metros (m), la altura se tomó al finalizar el cultivo.

3.8.2. Altura de Inserción

Se midió en 10 plantas por parcela experimental. La altura se medirá desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la mazorca principal, esto será cuando la mazorca este bien formada.

3.8.3. Diámetro de tallo

Se evaluó 10 plantas por parcela experimental. Se medirá desde el tercio medio del tallo, los promedios serán expresados en centímetros (cm).

3.8.4. Días a la floración

Se determinó por el tiempo transcurrido desde el momento de la siembra hasta cuando se observe el 50 % del total de las plantas que presenten las flores femeninas.

3.8.5. Días a la maduración fisiológica

Se determinó desde la emergencia de las plántulas hasta cuando los granos alcancen la madurez fisiológica.

3.8.6. Diámetro de mazorca

Se evaluó 10 mazorcas el cual se medirá desde el tercio medio de la mazorca, y será expresado los promedios en centímetros (cm).

3.8.7. Longitud de mazorca

Se midió desde la base hasta la punta de la mazorca, y será expresado los promedios en centímetros (cm).

3.8.8. Peso de 100 granos

Se tomó 100 granos libre de daños de insectos y enfermedades de cada

parcela experimental, se pesaron en una balanza de precisión y será expresado en gramos (g).

3.8.9. Rendimiento por hectárea

Se determinó por el peso de los granos del área útil, provenientes de las parcelas experimentales. Esto se lo uniformara al 13 % de humedad, los pesos se transformaron a toneladas por hectárea, para aquello se empleó la siguiente formula:

$$PU = \frac{Pa (100-ha)}{(100-hd)}$$

Dónde:

Pu: Peso uniformizado

Pa: Peso actual

ha: humedad actual

hd: humedad deseada

3.8.10. Análisis microbiológico de suelos

El análisis se determinó antes y después del trabajo experimental, para verificar el establecimiento de las cepas de *Azospirillum* y *Pseudomonas*.

3.8.11. Análisis económico

El análisis económico se lo realizo en función al rendimiento en granos y en función del costo de producción de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 2, se observan los promedios de altura de planta. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5,98 %.

La mayor altura de planta se consiguió con la aplicación de *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha con 210,3 cm, estadísticamente igual al uso de Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg; Testigo Químico AG (N-P-K) en dosis de 150 kg + 30 kg + 120 kg y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, cuyo menor promedio fue para el testigo absoluto con 149,0 cm.

4.2. Altura de inserción de la mazorca

Los valores de altura de inserción de la mazorca demuestran que el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5,96 % (Cuadro 3).

La mayor altura de inserción de la mazorca se consiguió con la aplicación de *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha con 126,2 cm, estadísticamente igual al uso de Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg; Testigo Químico AG (N-P-K) en dosis de 150 kg + 30 kg + 120 kg y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, cuyo menor promedio fue para el testigo absoluto con 89,4 cm.

Cuadro 2. Altura de planta, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Altura de planta
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	175,7 bc
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	170,7 bc
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	163,7 bc
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	168,0 bc
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	210,3 a
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	169,7 bc
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	188,0 ab
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	182,7 ab
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	149,0 c
Promedio general			175,3
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			5,98

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 3. Altura de inserción de la mazorca, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos		Altura de	
Nº	Productos y fertilizantes	inserción de la mazorca	
		Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	105,4 bc
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	102,4 bc
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	98,2 bc
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	100,8 bc
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	126,2 a
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	101,8 bc
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	112,8 ab
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	109,6 ab
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	89,4 c
Promedio general			105,2
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			5,96

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.3. Diámetro de tallo

La variable diámetro del tallo obtuvo diferencias altamente significativas en sus variaciones y el coeficiente de variación fue 1,51 %.

La aplicación de *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha mostró 3,7 cm, fue estadísticamente igual a la aplicación del Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, cuyo menor valor fue para el testigo absoluto con 3,0 cm.

4.4. Días a floración

En lo referente a la variable días a floración (Cuadro 5), el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,41 %.

La aplicación de *Azospirillum sp.* en dosis de 1,0 L/ha; *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 L/ha; *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha y 2,0 + 2,0 L/ha florecieron a los 54 días, estadísticamente igual a la aplicación de *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 2,0 L/ha; Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor valor fue para el testigo absoluto que floreció a los 47 días.

Cuadro 4. Diámetro de tallo, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Diámetro de tallo
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	3,3 c
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	3,0 ef
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	3,2 de
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	3,1 e
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	3,7 a
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	3,3 cd
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	3,5 ab
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	3,4 bc
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	3,0 f
Promedio general			3,3
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,51

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 5. Días a floración, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Días a floración
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	54 a
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	52 b
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	54 a
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	53 ab
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	54 a
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	54 a
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	53 ab
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	52 b
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	47 c
Promedio general			53
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,41

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.5. Días a maduración

Los promedios de días a maduración registran que el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,65 % (Cuadro 6).

El tratamiento que maduró en mayor tiempo (123 días) fue el Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha y 2,0 + 2,0 L/ha; Testigo Químico AG (N-P-K) en dosis de 150 kg + 30 kg + 120 kg y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el menor promedio (109 días) para el testigo absoluto.

4.6. Diámetro de mazorca

La variable diámetro de mazorca mostró diferencias altamente significativas en el andeva y el coeficiente de variación fue 1,38 % (Cuadro 7).

La aplicación de *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha obtuvo mayor diámetro de mazorca (4,9 cm), estadísticamente superiores al resto de tratamientos. El menor promedio (3,9 cm) fue para el testigo absoluto.

Cuadro 6. Días a maduración, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Días a maduración
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	116 b
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	115 b
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	116 b
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	115 b
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	118 ab
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	121 ab
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	123 a
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	120 ab
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	109 c
Promedio general			117
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,65

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 7. Diámetro de mazorca, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Diámetro de mazorca
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	4,4 cd
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	4,0 g
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	4,2 ef
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	4,1 fg
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	4,9 a
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	4,3 de
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	4,7 b
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	4,6 bc
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	3,9 g
Promedio general			4,3
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,38

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.7. Longitud de mazorca

Los promedios de longitud de mazorca muestran que el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,09 %, según se observa en el Cuadro 8.

La aplicación de *Azospirillum sp.* en dosis de 2,0 L/ha; *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha L/ha; Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg presentaron la longitud de mazorca de 16,7 cm y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor valor fue para el testigo absoluto con 10,4 cm.

4.8. Peso de 100 granos

La variable peso de 100 granos detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 0,93 %.

La aplicación de del Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg alcanzó mayor peso de 100 granos con 28,9 g; estadísticamente superior al resto de tratamientos, cuyo menor valor fue para el testigo absoluto con 22,3 g.

Cuadro 8. Longitud de mazorca, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays* L.), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Longitud de mazorca
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum</i> sp.	1,0	14,3 c
T2	<i>Azospirillum</i> sp.	2,0	16,7 a
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	14,5 c
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	15,4 b
T5	<i>Azospirillum</i> sp. + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	16,7 a
T6	<i>Azospirillum</i> sp. + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	15,3 b
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	16,4 a
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	15,4 b
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	10,4 d
Promedio general			15,0
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,09

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 9. Peso de 100 granos, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Peso de 100 granos
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	26,4 c
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	26,0 c
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	24,3 d
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	23,8 d
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	27,8 b
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	26,5 c
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	28,9 a
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	27,4 b
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	22,3 e
Promedio general			25,9
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			0,93

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.9. Rendimiento del cultivo

En el Cuadro 10, se observan los promedios de rendimiento del cultivo. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 0,97 %.

El mayor rendimiento se consiguió con la aplicación del Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg con 8518,0 kg/ha; superiores estadísticamente al resto de tratamientos, cuyo menor promedio fue para el testigo absoluto con 4520,3 kg/ha.

4.10. Análisis económico

El mayor beneficio neto se consiguió con la aplicación del Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg con 8518,0 kg/ha con \$ 347,10.

Cuadro 10. Rendimiento del cultivo, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays* L.), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Tratamientos			Rendimiento del cultivo
Nº	Productos y fertilizantes	Dosis (L/ha)	
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1,0	6314,9 d
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2,0	6219,2 d
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0	4918,3 e
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	4823,9 e
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	7169,9 b
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	6817,8 c
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	8518,0 a
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	6806,2 c
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	4520,3 f
Promedio general			6234,3
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			0,97

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

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 11. Costo fijo, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor	Valor
			Parcial \$	Total \$
Alquiler	1	Ha	250,00	250,0
Análisis de suelo	1	U	25,00	25,0
Pases de arado	1	U	25,00	25,0
Pases de rastra	2	U	25,00	50,0
Semilla (15 kg)	1	saco	112,00	112,0
Mano de obra	5	jornales	12,00	60,0
Herbicidas				0,0
Pendimethalin	3	L	9,20	27,6
Atrazina (50 kg)	1,5	Kg	8,00	12,0
Paraquat	1,5	L	8,50	12,8
Mano de obra	6	jornales	12,00	72,0
Deshierbas manuales	4	jornales	12,00	48,0
Riego	25	U	3,00	75,0
Fungicidas				0,0
Thiodicarb	1	sobre	7,00	7,0
Methomyl (150 g)	3	sobre	4,00	12,0
Mano de obra	9	jornales	12,00	108,0
Sub Total				896,4
Administración (5 %)				44,8
Total Costo Fijo				941,2

Cuadro 12. Análisis económico/ha, en la evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la Universidad Técnica de Babahoyo. UTB. 2019.

Nº	Tratamientos		Rendimiento		Valor de la produc (\$)	Costos de producción				Beneficio Neto	
	Productos	Dosis L/ha	kg/ha	Sacos 50 kg		Costo fijo	Productos	Mano de obra	Cosecha + Transporte		Total
T1	<i>Azospirillum sp.</i>	1	6314,9	126,3	1452,4	941,2	80,0	48,0	189,4	1258,6	193,8
T2	<i>Azospirillum sp.</i>	2	6219,2	124,4	1430,4	941,2	160,0	48,0	186,6	1335,7	94,7
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1	4918,3	98,4	1131,2	941,2	76,0	48,0	147,5	1212,7	-81,5
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2	4823,9	96,5	1109,5	941,2	152,0	48,0	144,7	1285,9	-176,4
T5	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,0 + 1,0	7169,9	143,4	1649,1	941,2	156,0	48,0	215,1	1360,3	288,8
T6	<i>Azospirillum sp.</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 + 2,0	6817,8	136,4	1568,1	941,2	312,0	48,0	204,5	1505,7	62,4
T7	Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn)	133,2 kg N + 42,64 kg P ₂ O ₅ + 189,42 kg K ₂ O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg	8518,0	170,4	1959,1	941,2	343,3	72,0	255,5	1612,0	347,1
T8	Testigo Químico AG (N-P-K)	150 kg + 30 kg + 120 kg	6806,2	136,1	1565,4	941,2	257,0	72,0	204,2	1474,4	91,1
T9	Testigo Absoluto (Sin aplicación total)	0	4520,3	90,4	1039,7	941,2	0	0	135,6	1076,8	-37,1

Productos

Azospirillum (L) = \$ 40,0

Pseudomonas fluorescens (L) = \$ 38,0

Costos

Jornal: \$ 12,00

Cosecha + Transporte (Saco): \$ 1,50

Venta Saco (50 kg): \$ 11,50

V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- Las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* aplicadas en el cultivo en maíz híbrido obtuvieron respuestas positivas en las diferentes variables evaluadas.
- Las aplicaciones de *Azospirillum sp.* + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha L/ha influyó en las variables agronómicas de altura de planta, altura de inserción de la mazorca, diámetro del tallo y diámetro de mazorca.
- Los tratamientos de testigo absoluto, sin aplicación de bacterias y fertilizantes, floreció y maduró en menor tiempo.
- El Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg fue el tratamiento que alcanzó mayor longitud de mazorca, peso de 100 granos y rendimiento del cultivo.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda:

- Aplicar como fertilizantes para el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Azufre, boro y Magnesio, en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg por registrar la mayor ganancia económica.
- Validar el ensayo con otros híbridos de maíz en la misma zona de estudio.
- Promover a los agricultores la utilización de fertilizantes, según dosificación internacional del programa de fertilización basado en niveles de rendimiento con escalas del IPNI.

VII. RESUMEN

Las raíces de las plantas son unos hábitats propicios para el desarrollo de microorganismos. Son muchas y muy variadas las 10 poblaciones microbianas que se encuentran asociadas a las raíces de las plantas. Las interacciones entre los microorganismos del suelo y las raíces de las plantas satisfacen requerimientos nutritivos. El presente trabajo de investigación se realizó en la en los terrenos de granja experimental San Pablo de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, en la provincia de Los Ríos. Como material de siembra se utilizó el híbrido de maíz Somma. Los tratamientos fueron conformados por nueve unidades con 3 repeticiones que da un total de 27 parcelas. Estos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, calculando el análisis de la varianza y las comparaciones de tratamientos con la prueba de Tukey al 95 %. Para el establecimiento del cultivo se realizaron las labores culturales correspondientes al mismo. Los resultados muestran que las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* aplicadas en el cultivo en maíz híbrido obtuvieron respuestas positivas en las diferentes variables evaluadas. Las aplicaciones de *Azospirillum* sp. + *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1,0 + 1,0 L/ha L/ha influyó en las variables agronómicas de altura de planta, altura de inserción de la mazorca, diámetro del tallo y diámetro de mazorca. Los tratamientos de testigo absoluto, sin aplicación de bacterias y fertilizantes, floreció y maduró en menor tiempo. El Testigo Químico AR (N-P-K-S-B-Zn), en dosis de 133,2 kg N + 42,64 kg P₂O₅ + 189,42 kg K₂O + 30 kg + 1,0 kg + 1,0 kg fue el tratamiento que alcanzó mayor longitud de mazorca, peso de 100 granos y rendimiento del cultivo.

Palabras claves: Maíz, rendimiento, eficiencia, biofertilizantes

VIII. SUMMARY

Plant roots are habitats conducive to the development of microorganisms. The 10 microbial populations that are associated with plant roots are many and varied. The interactions between soil microorganisms and plant roots satisfy nutritive requirements. This research work was carried out in the San Pablo experimental farm grounds of the Technical University of Babahoyo, located at km 7,5 of the Babahoyo road -Montalvo, in the province of Los Ríos. As a planting material, the Somma corn hybrid was used. The treatments were conformed by new units with 3 repetitions that gives a total of 27 plots. These were distributed in a randomized complete block design, calculating the analysis of variance and comparisons of treatments with the 95 % Tukey test. For the establishment of the crop, the corresponding cultural work was carried out. The results show that the bacteria *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens* applied in the hybrid corn crop obtained positive responses in the different variables evaluated. The applications of *Azospirillum* sp. + *Pseudomonas fluorescens* at a dose of 1,0 + 1,0 L / ha L / ha influenced the agronomic variables of plant height, ear insertion height, stem diameter and ear diameter. Absolute control treatments, without application of bacteria and fertilizers, flourished and matured in less time. The AR Chemical Control (NPKSB-Zn), in doses of 133.2 kg N + 42.64 kg P₂O₅ + 189.42 kg K₂O + 30 kg + 1.0 kg + 1.0 kg was the treatment that reached the longest length of cob, weight of 100 grains and crop yield.

Keywords: Corn, yield, efficiency, biofertilizers

BIBLIOGRAFÍA

AGRIGAN. (2008). El cultivo de maíz: Fisiología y Aspectos generales. Obtenido de [https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/ Agrigan%20bolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Agrodiagnostic. 2016. Agrodiagnostic | Microbiología agrícola y ambiental (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2019. Disponible en <http://agrodiagnostic.com.ec/#>.

Agromeat. 2014. Azospirillum: La bacteria del suelo como bio-fertilizante en la agricultura (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2019. Disponible en <https://www.agromeat.com/154313/azospirillum-la-bacteria-del-suelo-como-bio-fertilizante-en-la-agricultura>.

Álvarez, SP. 2015. *Pseudomonas fluorescens*, ¿control biológico o patógeno? (en línea). Consultado 25 nov. 2019. Disponible en https://www.academia.edu/16851312/Pseudomonas_fluorescens_control_biol%C3%B3gico_o_pat%C3%B3geno.

BROWN, D. (2010). *A mathematical model of the Gac/Rsm quorum sensing network in Pseudomonas fluorescens*. *Biosystems*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>

CIBIOGEN. 2010. Maíz (en línea, sitio web). Consultado 25 nov. 2019. Disponible en <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>.

Control Bio. 2019. Pseudomonas, microorganismos de biocontrol en agricultura (en línea, sitio web). Consultado 25 nov. 2019. Disponible en http://controlbio.es/es/blog/c/92_pseudomonas-microorganismos-de-biocontrol-en-agricultura.html.

Daniel Ricardo Toro C. 2005. Manual para la introducción al laboratorio de microbiología. s.l., Universidad de Caldas. 119 p.

Gelambi, M. 2018. Azospirillum: características, habitat, metabolismo (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2019. Disponible en <https://www.lifeder.com/azospirillum/>.

INFOAGRO. 2015. Agricultura. El cultivo del maíz. 1ª parte. (en línea, sitio web). Consultado 25 nov. 2019. Disponible en <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>.

Jesús Caballero-Mellado. 2019. Libros (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2019. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap10/>.

Lourdes Vital López; Alberto Mendoza Herrera. 2014. Volumen XXVII - Número 2 - Revista: La ciencia y el hombre - Universidad Veracruzana (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2019. Disponible en <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol27num2/articulos/Azospirillum.html>.

Medina Oyarve, C. 2015. TAXONOMIA DEL MAIZ | Maíz | Tallo de la planta (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2019. Disponible en <https://es.scribd.com/document/269322319/TAXONOMIA-DEL-MAIZ>.

Pérez Álvarez, S; Coto Arbelo, O; Echemendía Pérez, M; Ávila Quezada, G. 2015. *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿control biológico o patógeno?: *Pseudomonas fluorescens*, biological control or pathogen? (en línea). *Revista de Protección Vegetal* 30(3):225-234. Consultado 25 nov. 2019. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-275220150003000008&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Ronald M. Atlas; Richard Bartha. 2001. *Ecología microbiana y microbiología ambiental*. *International microbiology: official journal of the Spanish Society for Microbiology* 4(4):239-240.

Sangoquiza Caiza, C., Yáñez Guzman, C., & Borges, M. (2019). *Respuesta de la absorción de nitrógeno y fósforo de una variedad de maíz al inocular Azospirillum sp. y Pseudomonas fluorescens Influencia de los biofertilizantes en la extracción de nitrógeno y fósforo*. Recuperado el 15 de Octubre de 2019, de [file:///C:/Users/win7/Downloads/943-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4353-2-10-20190520%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/win7/Downloads/943-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4353-2-10-20190520%20(2).pdf)

SIDDIQUI, Z., & SHAUKAT, S. (2003). *Suppression of root-knot disease by Pseudomonas fluorescens CHA0 in tomato: importance of bacterial secondary metabolite, 2,4-diacetylphloroglucinol*. *Soil Biology &*

Biochemistry. Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>

Trujillo, I; Díaz, A. 2007. Antagonismo de cepas de *Pseudomonas fluorescens* y *Burkholderia cepacia* contra hongos fitopatógenos del arroz y el maíz. 22(1):6.

Vera, C; Gabriel, J. 2015. Efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento de grano en el cultivo de maíz, en la zona de Babahoyo (en línea). . Consultado 24 nov. 2019. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/1006>.

Yusmaira, RELYMH. 2011. Cultivo de Maiz: MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE MAÍZ (en línea, sitio web). Consultado 25 nov. 2019. Disponible en <http://elmaizdelzulia.blogspot.com/2011/02/morfologia-de-la-planta-de-maiz.html>.

APENDICE



Fig 1. Trazado de campo y riego inicial.



Fig 2. Crecimiento del cultivo y labores de campo.



Fig 3. Aplicación de productos y efectos de los tratamientos.



Fig 4. Control de plagas y enfermedades.



Fig 5. Toma de datos



Fig 6. Visita del responsable técnico