

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis de Grado

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

INGENIERO AGROPECUARIO

Tema:

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.

Autor: Egdo. José Gabriel Cruz Vera

Director: Ing. Agr. Msc. Miguel Arévalo Noboa

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador
2015

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Bethy Vera y José Cruz, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

A mis hijas Mileyka Cruz Castillo y Paulett Cruz Castillo.

A mis hermanos, Edwin, Dario, Ronald, Yuliana y Joselito, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

José Gabriel Cruz Vera

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Ing. Agr. Msc. Miguel Arévalo Noboa por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO		Pag.
1.1	Objetivos	3
1.2	Hipótesis	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4-13
III.	MATERIALES Y METODOS	14-24
3.1	Ubicación y Descripción campo experimental	14
3.2	Material de siembra	14
3.3	Factores estudiados	15
3.4	Tratamientos	15-16
3.5	Métodos	16
3.6	Diseño experimental	16-17
3.7	Manejo del ensayo	17
3.7.1	Análisis del suelo	18
3.7.2	Preparación del terreno	18
3.7.3	Siembra	18
3.7.4	Control de malezas	18
3.7.5	Riego	26
3.7.9	Cosecha	27
3.8	Datos tomados y forma de evaluación	27
3.8.1	Altura de planta	27
3.8.2	Diámetro del tallo	28
3.8.3	Diámetro del capítulo	28
3.8.4	Granos por capítulo	28
3.8.5	Peso del capítulo	29
3.8.6	Peso de 100 semillas	29

	3.8.7	Rendimiento de grano	29
	3.8.8	Análisis económico	30
IV.		RESULTADOS	
	4.1	Altura de planta	31
	4.2	Diámetro del tallo	31
	4.3	Diámetro del capítulo	34
	4.4	Granos por capítulo	36
	4.5	Peso del capítulo	38
	4.6	Peso de 100 semillas	40
	4.7	Rendimiento de grano	40
	4.8	Análisis económico	43
	4.9	kkkkk	kk
	4.10	kkkkkk	
	4.11	jjjjj	
V.		DISCUSION	46-49
VI.		CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	50-52
VII.		RESUMEN	53-55
VIII.		SUMMARY	56-59
IX.		LITERATURA CITADA	60-63

CUADROS**Pag.****INDICE DE CUADROS**

1	Valores promedios de días a la floración masculina, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de <i>Azospirillum brasilense</i> sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.	26
2	Valores promedios de días a la floración femenina.	27
3	Valores promedios de altura de inserción de mazorca.	29
4	Valores promedios de altura de planta a cosecha.	31
5	Valores promedios del índice de área foliar.	33
6	Valores promedios del número de mazorcas por planta.	35
7	Valores promedios del diámetro de mazorca.	37
8	Valores promedios de longitud de mazorca.	39
9	Valores promedios del número de granos por mazorca.	41
10	Valores promedios del peso de 100 granos.	43
11	Valores promedios de días a la madurez fisiológica.	45
12	Valores promedios del peso de raíces secas.	47
13	Valores promedios del rendimiento de grano.	49
14	Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos	51

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L), constituye un cultivo de mucha importancia en nuestro país, se lo emplea en la alimentación humana y animal. Se siembran alrededor de 360.000 hectáreas de maíz; en la provincia de Los Ríos se cultivan 100.253 hectáreas con un rendimiento promedio de 3.55 t/ha, mientras que el promedio nacional es de 2.91 t/ha¹, siendo inferior a los rendimientos registrados en otros países.

En el Ecuador, se ha incrementado el área dedicada a la siembra de maíz, pues existen suelos y condiciones climáticas propias para el normal desarrollo vegetativo y fisiológico de las plantas; pero debido quizás al inadecuado manejo y/o la falta de material genético con alto potencial de rendimiento de grano; los rendimientos promedios son inferiores en comparación a otros países; por consiguiente, es necesario incrementar los niveles actuales de productividad por unidad de área y de tiempo, para beneficio de la población humana y animal.

Cabe indicar que en ciertas zonas de nuestro país, el maíz se siembra como cultivo alternativo, aprovechando la humedad residual del suelo proveniente de la estación lluviosa sembrada por arroz o maíz.

Siendo necesario implementar nuevas alternativas, una de ellas la biofertilización, ya que al ser parte de la nutrición vegetal tiene gran influencia sobre la productividad de las plantas. La biofertilización utiliza

¹ Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2010.

microorganismos benéficos del suelo para fijar nutrientes en el suelo o sustratos, hacer más asimilable los nutrientes; exuden sustancias que permitan un mejor crecimiento de las plantas y protegerlas contra enfermedades.

Actualmente, existe varios biofertilizantes como el Noctin Azo, Azostic, Nitragin y Micro Asp; que contienen microorganismos benéficos, prevaleciendo la especie *Azospirillum brasilense*, que es una bacteria no simbiótica, capaz de estimular el crecimiento de las plantas y de aumentar su rendimiento. El *A. brasilense* es un microorganismo fijador de nitrógeno no simbiótico que vive en la zona de las raíces de las plantas y muy asociado a las mismas; ejerce efectos beneficiosos sobre el crecimiento de las plantas en una amplia variedad de condiciones ambientales y de suelo.

Con las altas concentraciones de *A. brasilense* en los biofertilizantes, se logra una excelente colonización de la rizósfera donde va a desarrollar su función de promotor de crecimiento, logrando plantas con mayor desarrollo radicular lo que le posibilita a la planta una captación más efectiva tanto de agua como de los nutrientes.

Por tales razones, se justificó realizar la presente investigación probando diferentes dosis de los biofertilizantes en los maíces híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601', bajo condiciones de riego.

1.1 Objetivos.

1.1.1 Objetivo General

- Estudiar el comportamiento agronómico de los híbridos de maíz `Dekalb 7088` e `Iniap 601` en presencia de diferentes dosis de biofertilizantes orgánicos a base de *Azospirillum brasilense*.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los efectos de los biofertilizantes sobre las características agronómicas de los maíces `Dekalb 7088` e `Iniap 601`.
- Identificar la mejor dosis y bioestimulante para lograr maximizar el rendimiento de grano.
- Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos.

1.2 Hipótesis.

- Con el empleo de una dosis óptima de los biofertilizantes acompañado de un equilibrado programa nutricional, se incrementaría el rendimiento de grano de los maíces híbridos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Steward (2001), sostiene que una fertilización adecuada y balanceada tiene un efecto muy importante en la protección ambiental, también no se puede olvidar que el mal manejo de los nutrientes puede causar problemas. Es necesario manejar el cultivo y los nutrientes utilizando prácticas agronómicas que permiten un manejo seguro. Prácticas como el análisis del suelo, la adecuada localización y la aplicación oportuna de los fertilizantes son necesarias para maximizar el efecto de las aplicaciones de nutrientes en el rendimiento y para minimizar el potencial de daño al ambiente.

Los maíces híbridos para obtener una alta producción de granos, requieren de buenas prácticas de manejo desde la siembra hasta la recolección de los granos. Así mismo, requieren de altos niveles de fertilización para producir bien; así, el maíz extrae del suelo 90kg de N; 27kg de P_2O_5 ; 26 kg de K_2O ; 11kg de Ca; 13kg de Mg; 10 kg de S, por cada 100 quintales de granos de maíz, INDIA (2008).

La cantidad de potasio removido del suelo por los cultivos es influenciado por la disponibilidad en los suelos, los requerimientos del cultivo en particular en las condiciones físicas, químicas y biológicas del ambiente en la cual el cultivo está creciendo. El cultivo de maíz, para lograr un rendimiento de 6 toneladas por hectárea, se requiere por hectárea 120 kg de nitrógeno; 50 kg de P_2O_5 ; 120 kg de K_2O ; 40 kg de

MgO y 25 kg de azufre, Instituto de la Potasa y el Fósforo de Canadá (2001).

Entre los microorganismos se encuentran los *Azospirillum* sp, con diferentes acciones para atenuar limitaciones en el normal crecimiento de los cultivos, entre estos se destacan la producción y hormonas promotoras del crecimiento radical (ej: auxinas, giberelinas, citoquininas), de enzimas pectonolíticas distorsionando la funcionalidad de células de las raíces y el aumento en la producción de exudados promoviendo el crecimiento de otros organismos rizosfericos. También se ha descrito la liberación de las moléculas señal afectando el metabolismo de las células vegetales y desencadenando eventos que resultan en alteraciones y promoción y crecimiento de raíces y de la parte aérea de la planta, (Díaz – Zorita *et al* 2008).

Azospirillum brasilense es una de las bacterias empleadas para la formulación de uno de los biofertilizantes (Azofer) de Bio-fábrica; es una bacteria con capacidad de fijación de nitrógeno, coloniza la superficie de las raíces de las plantas y la rizósfera de diversos cultivos de importancia agrícola tales como trigo, maíz, sorgo, arroz, cebada o avena. Otra característica de esta bacteria es su capacidad para producir reguladores del crecimiento vegetal (principalmente ácido indol acético, IAA), favoreciendo el crecimiento radicular, lo que permite mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes disponibles en el suelo, incluyendo

nutrientes o fertilizantes aplicados. En un ensayo realizado en México, en el cultivo de maíz; cuando se aplicó Micorriza se obtuvo 3.1 tn/ha; con *Azospirillum brasilense* rindió 3.3 tn/ha; y cuando se aplicó Micorriza + *Azospirillum brasilense* el rendimiento fue 3.4 tn/ha; mientras que el promedio general fue 1.9 tn/ha; (Pérez 2009).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2010), indica que los microorganismos del género *Azospirillum*, permiten reutilizar el nitrógeno que está en la atmósfera; la forma de liberación del nitrógeno es más lenta, lo que permite que existan menos pérdidas y no hay contaminación, como sucede con la aplicación química del nitrógeno, que cuando se aplican dosis altas, las pérdidas son mayores debido a la volatilización del producto y lixiviación que contaminan el suelo, las aguas y el medio ambiente. Además, menciona que con la aplicación del Fértibacter, se incrementa el rendimiento entre el 5 y el 15 %; el cual debe de ser utilizado como un complemento en la fertilización química, disminuyendo el costo de producción del cultivo.

Ávila *et al* (2005), expresan que los microorganismos interactúan con los vegetales a nivel de raíces (rizósfera), hojas (filósfera), granos (espermatósfera) y restos sobre el suelo (efecto mantillo), y los vegetales actúan sobre los microorganismos en forma: directa, por aporte de sustancias energéticas, estimulantes o inhibidores, en forma de exudados radicales o restos vegetales; e indirectamente por modificación del medio

físico (temperatura, humedad) o química (absorción de nutrientes). Establecieron un ensayo con el objetivo de evaluar la efectividad de la inoculación con microorganismos fijadores de nitrógeno, *A. brasilense* en el cultivo de algodón; los tratamientos fueron: Testigo; Inoculado con *A. brasilense*; Fertilizado con fosfatodiamónico y urea; Fertilizado + Inoculado. La inoculación con *Azospirillum brasilense* marcó diferencias en relación con las etapas vegetativas y en algunos parámetros de calidad de las fibras, no sucediendo lo mismo con el rendimiento general del cultivo. La fertilización aplicada de base y a la floración no aportó beneficio sobre la inoculación, incluso los resultados a cosecha fueron mejores en algunas situaciones para el testigo. Las condiciones de suelo y climáticas pudieron ser condicionantes de la variada respuesta a la inoculación.

Casanovas *et al* (2003), en base a investigaciones realizadas, concluyeron que la inoculación con *A. brasilense* podría contribuir a atenuar los efectos vegetativos de sequías transitorias ocurridos durante estadios de floración de maíz que potencialmente afectan los rendimientos del cultivo.

Sala *et al* (2007), en estudios de campo en Brasil observaron que la respuesta del trigo a la inoculación con *Azospirillum* y otras bacterias diazotróficas eran variables según localidades sugiriendo la ocurrencia de complejas interacciones entre plantas, bacterias y ambientes.

Artenio *et al* (2004), realizaron un ensayo de inoculación con *Azospirillum brasilense* en el cultivo de maíz, un tratamiento fue el testigo sin inocular y el otro fue con inoculación. La inoculación se efectuó con una solución preparada a partir de un inoculante que contiene 1×10^9 UFC de *Azospirillum* Az39 INTA en soporte líquido, diluyéndose 300ml del mismo en 8 litros de agua destilada y con 250 ml de la misma se procedió a regar 12 metros lineales, en la base de cada planta. En base al análisis estadístico de los resultados experimentales se obtuvieron las siguientes conclusiones: 1) Estadísticamente no se manifestó significancia en los parámetros analizados: altura de planta, número de hojas, peso seco de raíces, peso seco de parte aérea; 2) A nivel de rendimiento de grano, existe diferencia significativa; 3) Es conveniente repetir nuevos ensayos para contar con mayor información a fin de ratificar o rectificar esta práctica en estas condiciones.

Marko *et al* (2004), establecieron un ensayo utilizando *Azospirillum* AZ39 INTA e inoculante mixto comercial en el cultivo de soja; los tratamientos fueron: T₁: sin inoculación; T₂ 6 ml, kg semilla⁻¹ de inoculante conteniendo 1×10^9 ; T₃ 8 g, kg semilla⁻¹ de inoculante conteniendo 1×10^9 UFC de *Rizobios* y *Endogene* sp 8 unidades de colonia x g en soporte dolomita; T₄ 4CO – INOCULACION: tratamientos T₂ + T₃. El primer muestreo realizado a los 20 días y en el segundo muestreo realizado a los 50 días para raíces primarias no se registraron diferencias estadísticas, pero si mostraron tendencias favorables los tratamientos T₂ y

T₃. Estas diferencias fueron aun mayor es pero en raíces secundarias en el segundo muestreo a los 50 días, mostrando una diferencia estadística. La inoculación con inoculante mixto comercial presenta en este ensayo mayores ventajas para el cultivo, especialmente en la que respecta a rendimiento en grano.

Iglesias *et al* (2000), en un ensayo en trigo con inoculante mixto comercial conteniendo *Azotobacteriaceas*, *Saccharomyces spp* y *Endogene sp* encontraron diferencias favorables a partir de los 100 días y el mayor desarrollo radical mostró su efecto en lo que hace a estado general de la planta y a la perspectiva futuras del rendimiento.

Perotti y Pidello (1999), indican que la inoculación con *Azospirillum* es una práctica en biotecnología del suelo debido a la capacidad que tiene esta bacteria en fijar nitrógeno, producir fitohormonas y sideróforos. Asimismo Bellone *et al* (1999) en maíz reportaron mejoras en el peso seco del sistema radical y en los parámetros de la parte aérea.

Valencia (2013), evaluó los efectos del biofertilizante Fertibacter en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Babahoyo; se observó que con la dosis de 400 g/ha de Fertibacter se obtuvo la mayor longitud y peso de raíces con promedios 36.67 cm y 34.33 gramos, superando al testigo sin Fertibacter en 47.68 % y 49.26 %, respectivamente. Los mayores rendimientos de grano se lograron con los

tratamientos que incluye al híbrido '30F35' fertilizado con 500 y 400 g/ha de Fertibacter, con promedios 10.028 y 9.905 tn/ha, superando al testigo sin Fertibacter en 20.34 % y 18.86 % respectivamente, y a su vez obtuvieron las mayores utilidades económicas por hectárea. El híbrido '30F35' obtuvo un rendimiento de grano de 8.781 tn/ha; superando en 9.78 % al híbrido 'Triunfo NB – 7253', sin existir diferencia estadística.

García *et al* (2012), evaluaron el efecto de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), probando cuatro tratamientos: (T₀) = Testigo (no inoculado con *A. brasilense* ni fertilizado químicamente); (T₁) = inoculado/no fertilizado químicamente; (T₂) = inoculado/fertilizado con media dosis del N total recomendado para el maíz en la región de estudio (60 kg/ha); (T₃) = inoculado/fertilizado con la dosis completa de N recomendada (120 kg/ha) y (T₄) = no inoculado/fertilizado con la dosis completa del N recomendado. Cabe destacar los incrementos en el rendimiento de la ganancia neta por hectárea, así como de la relación beneficio/costo promedio en los dos experimentos. La aplicación del fertilizante químico incremento sustantivamente los costos de producción pero no se incrementó significativamente el rendimiento de grano respecto al testigo absoluto o el tratamiento que incluyó a *A. brasilense*, de modo que la relación beneficio/costo fue cercana a cero e incluso en el tratamiento inoculado con la bacteria más la mitad del nitrógeno. Esto indica que la inoculación con *A. brasilense* podría ser una alternativa económica viable para la producción de maíz.

Gonzales *et al* (2011), estudiaron la respuesta de tres cultivares de maíz a la inoculación con *Azospirillum brasilense* en presencia de cuatro dosis de nitrógeno. Los cultivares fueron: VS-535, H-507 y criollo veracruzano y los niveles de nitrógeno 0,30, 0,60 y 0,90 kg/ha; con y sin *A. brasilense*. (0 – 280 g/ha de ingrediente comercial). La inoculación con *A. brasilense* solo incremento el rendimiento de grano (1,47 t/ha) y disminuyó la duración del ciclo biológico del cultivo (2 días en floración masculina y madurez fisiológica. El genotipo VS-535 (5,23 t/ha). y H – 507 (4,48 t/ha) rindieron estadísticamente lo mismo, pero el primero superó significativamente al criollo veracruzano (4,15 t/ha). Además, indica que la combinación de VS – 535, 60 kg/ha de nitrógeno y *A. brasilense* podría ser una alternativa viable para que los agricultores incrementen el rendimiento de grano.

Micro-ASP, es un biofertilizante fijador de nitrógeno puesto que contiene la bacteria azospirillum, que se encarga de fijar el nitrógeno atmosférico foliar y en el suelo. Tiene una capacidad de absorber y convertir la parte elemental de nitrógeno atmosférico a la forma fácilmente disponible para la planta, penetra en las raíces y los tejidos finos del anfitrión para vivir en armonía con la planta. Fija el nitrógeno atmosférico, cuando se agrega al suelo se multiplican millones de esporas y puede proveer 20-40 kilogramos de nitrógeno por hectárea en cada ciclo. (euroagro.ec.a.(s.f.p))

Ferlini *et al* (2005), indica que la biofertilización es la manera de suministrar las plantas algún nutriente que ellas necesitan para su crecimiento, mediante un proceso biológico en el que intervienen diferentes microorganismos. Ellos inocularon semillas de cultivos extensivos de granos y forraje, con la bacteria *Azospirillum brasilense* (AZOSTIC), en base a los resultados experimentales, concluyeron que la inoculación de especies vegetales con *Azospirillum brasilense*, produce mayor volumen de raíces, mayor número de plantas por m², mayor desarrollo de materia verde y mayor producción, tanto en gramíneas como en leguminosas, además estos anticipan la nodulación y produce un mayor número de nódulos a pesar de aplicar los tratamientos en lotes diferentes con distintas características de suelos y régimen pluviométricas. Se constató en uno de los lotes de soya que la diferencia de pesos radiculares entre la parte inoculada y el testigo es del 33 % superior en la parte inoculada tomada sobre la base de materia seca; esto nos llevaría a plantear como hipótesis la posibilidad de que las plantas inoculadas absorben mayor cantidad de nutrientes por unidad de peso.

Nitragin Maíz, es una formulación para el tratamiento biológico de semillas de maíz que contiene un promotor microbiano del crecimiento vegetal y de la actividad rizosférica en interacción con diversos microorganismos benéficos. Este producto fue desarrollado por Nitragin Argentina en conjunto con el INTA y es compatible para la aplicación conjunta con terapicos de semilla (fungicidas e insecticidas). Como

resultado de la acción de este promotor biológico las plantas mejoran su crecimiento de raíces, logrando así una más eficiente captación de agua y de nutrientes y alcanzando un crecimiento vigoroso de las plantas, (Gacetilla Técnica 2009).

Noctin Azo, es un producto biológico estable que puede ser utilizado en agricultura tradicional, química y/o orgánica, tanto en sistemas convencionales e hidropónicos, para obtener mejores rendimientos en los cultivos. Esta hecho de una solución concentrada de bacteria *Azospirillum brasilense* obtenida a través de procesos modernos que garantizan la viabilidad y el establecimiento en un cultivo.

El *Azospirillum brasilense* es un microorganismo fijador de nitrógeno no simbiótico, que vive en las zonas de las raíces de las plantas y muy asociados a las mismas. Ejercen efectos beneficiosos sobre el crecimiento de las plantas en una amplia variedad de condiciones ambientales y de suelos. Estudios profundos demostraron que los efectos positivos del *A. brasilense* se debe a que la bacteria produce auxina que a su vez modifica el contenido de las diferentes fitohormonas de la planta, promoviendo la elongación de la raíz, aumentando la densidad y longitud de los pelos radiculares, (MASAGRO 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El ensayo se realizó en los terrenos de la Granja “San Pablo”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo; ubicada en el Km 7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 79° 32' de longitud Oeste y 01° 49' de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima de tipo tropical húmedo, con temperatura media anual de 25,6 °C; una precipitación anual de 2329,8 mm; humedad relativa de 82 % y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual^{2/}.

3.2. Material de siembra

Se utilizó como material genético de siembra, semillas de los maíces híbridos `Dekalb 7088´ distribuidos por la empresa Ecuaquímica e `Iniap 601´ obtenido por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

² Estación Agrometeorológica “Babahoyo – Universidad”. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

3.3. Factores estudiados

Se estudiaron dos factores:

- a) Híbridos; `Dekalb 7088` e `Iniap 601`; y, b) Biofertilizantes a base de *Azopirillum brasilense*: Noctin Azo, Azostic, Nitragin y Micro Asp.

3.4. Tratamientos y subtratamientos

Los tratamientos estuvieron constituídos por los maíces híbridos `Dekalb 7088` e `Iniap 601`

Los subtratamientos estuvieron constituidos por las dosis de los biofertilizantes, descritos a continuación:

Híbridos	Subtratamientos	
	Biofertilizantes	Dosis/ha
`Dekalb 7088`	Noctin Azo	300 g
	Noctin Azo	400 g
	Azostic	400 g
	Azostic	500 g
	Nitragin maíz	240 cc
	Nitragin maíz	360 cc
	Micro Asp	500 cc

	Micro Asp	600 cc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar	
	Testigo fertilizado	
‘Iniap 601’	Noctin Azo	300 g
	Noctin Azo	400 g
	Azostic	400 g
	Azostic	500 g
	Nitragin maíz	240 cc
	Nitragin maíz	360 cc
	Micro Asp	500 cc
	Micro Asp	600 cc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar	
	Testigo fertilizado	

3.5. Métodos

Se emplearon los métodos: Inductivo – Deductivo; Deductivo – Inductivo, y el Método Experimental.

3.6. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental “Parcelas Divididas en tres repeticiones.

Las parcelas principales correspondieron a los híbridos y las subparcelas experimentales a las dosis de los biofertilizantes ensayados.

La subparcela experimental estuvo constituida por 4 hileras de 6 m de longitud separadas a 0,70 m, dando un área de $2.8 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 16.8 \text{ m}^2$. El área útil de la subparcela experimental estuvo determinada por las 2 hileras centrales, descartándose una hilera a cada lado por efectos de borde; quedando un área de $1.4 \text{ m} \times 6.0 \text{ m} = 8.4 \text{ m}^2$.

La separación entre repeticiones fué de 2 m; entre parcelas principales un metro y no existió separación entre las subparcelas experimentales.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza; Se aplicó la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 95 % de probabilidad para las comparaciones entre las medias de los híbridos y la prueba de Tukey para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones.

3.7. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas, que requirió el cultivo en todas sus etapas fenológicas.

3.7.1. Análisis de suelo

Antes de la preparación del suelo se tomó una muestra compuesta del mismo, para su respectivo análisis físico – químico, en el Laboratorio de Suelos.

3.7.2. Preparación del suelo

Se realizaron dos pases de rastra en ambos sentidos, quedando el suelo mullido y suelto; asegurando la germinación uniforme de las semillas.

3.7.3. Siembra

Se efectuó en forma manual utilizando un espeque; depositando una semilla por sitio, a la distancia de 0,70 m entre hileras y 0,20 m entre plantas; dando una densidad poblacional de 71.428 plantas por hectárea.

3.7.4. Control de malezas

Se aplicó la mezcla de los herbicidas pre - emergentes Pendimethalin 3 L/ha + Atrazina 1.5 kg/ha, inmediatamente después de la siembra. Posteriormente, se realizaron dos

deshierbas manuales a los 34 y 58 días de emergencia de las plantas.

3.7.5. Riego

El ensayo se realizó bajo condiciones de riego, se dieron tres riegos, el primero al momento de la siembra, luego a los 35 y 55 días después de la siembra.

3.7.6. Fertilización

El programa de fertilización química se delineó en función al análisis físico químico del suelo; aplicándose 180 – 70 – 180 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

Se utilizó como fuente de fósforo y potasio los fertilizantes Superfosfato triple 46% P_2O_5 y Muriato de potasio 60% K_2O , fueron aplicados al momento de la siembra quedando incorporados, asimismo la tercera parte del nitrógeno fue incorporado en la siembra, el nitrógeno restante se aplicó en el estado V6 y V10, es decir cuando las plantas tuvieron 6 y 10 hojas, respectivamente; utilizándose el fertilizante Urea 46% N..

3.7.7. Aplicación de los biofertilizante

Los biofertilizantes se aplicaron a los 10 días después de la siembra.

3.7.8. Control fitosanitario

A los 14 días de emergidas las plantas, se aplicó el insecticida Methavin en dosis de 300 g/ha, para el control del insecto *Spodoptera frugiperda*. Posteriormente, en la etapa reproductiva (45 días de emergidas las plantas), hubo presencia de *Diatrea sacharalis*, se utilizó para su control el insecticida granulado Furadan 5G en dosis de 10 kg/ha, la aplicación se hizo al cogollo de la planta.

3.7.9. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos lograron la madurez fisiológica en cada subparcela experimental. Se recolectaron las mazorcas, se secaron y posteriormente, se procedió al desgrane y limpieza de los granos.

3.8 Datos tomados y forma de evaluación

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos y subtratamientos, se evaluaron los siguientes datos:

3.8.1 Floración femenina y masculina

Estuvo determinada por el tiempo transcurrido, desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% del total de las plantas de cada subparcela experimental presentaron flores femeninas y panojas emitiendo polen, respectivamente.

3.8.2 Altura de inserción de mazorca

Es la distancia comprendida entre el nivel del suelo, hasta el punto de inserción de la mazorca principal. Se realizaron cinco lecturas por parcela experimental a los 90 días después de la siembra.

3.8.3 Altura de planta a cosecha

La altura de planta estuvo determinada por la distancia desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la panoja, Las mediciones se realizaron en las mismas 5 plantas que se evaluó la altura de inserción de mazorca.

3.8.4 Índice de área foliar

En cinco plantas tomadas al azar en plena floración, se midió la longitud y el ancho de la hoja opuesta y por debajo de la mazorca principal. Luego se multiplicaron estos valores y a su vez por el coeficiente 0,75; posteriormente este producto se dividió para el área que ocupa una planta; es decir, 0.14m^2 .

3.8.5 Número de plantas y mazorcas cosechadas

Se procedió a contar el número de plantas y mazorcas cosechadas, dentro del área útil de cada subparcela experimental.

3.8.6 Diámetro y longitud de la mazorca

Se tomaron cinco mazorcas al azar en cada subparcela experimental, se midió el diámetro en el tercio medio y la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca, los promedios se expresaron en centímetros, respectivamente.

3.8.7 Granos por mazorca

Se tomaron al azar cinco mazorcas por cada subparcela experimental, procediéndose al contabilizar los granos.

3.8.8 Peso de 100 granos

Se tomaron 100 granos libres de daños de insectos y enfermedades en cada subparcela experimental; luego se procedió a pesar en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

3.8.9 Madurez fisiológica

Estuvo definida por el tiempo transcurrido desde la emergencia de las plántulas hasta cuando los granos lograron la madurez fisiológica en cada subparcela experimental.

3.8.10 Biomasa radicular

Previo a la cosecha, se tomaron cinco plantas por subparcela experimental, procediéndose a determinar el peso de las raíces secas; su promedio se expresó en gramos.

3.8.11 Rendimiento de grano

El rendimiento estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada subparcela experimental, Los pesos fueron uniformizados al 14 % de humedad, los pesos se transformaron a toneladas por

hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para uniformizar los pesos.

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

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada.

3.8.12 Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de producción de los tratamientos y subtratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Floración masculina

Los promedios de días a la floración masculina de los maíces híbridos se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza detectó significancia estadística para tratamientos y subtratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 2.45 %.

Según la prueba DMS, los híbridos 'Iniap 601' y 'Dekalb 7088' florecieron a los 47.7 y 49.23 días respectivamente, siendo diferentes estadísticamente. Los subtratamientos MicroAsp 500 y 600 cc/ha y testigo sin fertilizar, florecieron más tardíamente a los 49.5; 50.0 y 49.5 días en su orden, sin diferir significativamente, pero si con los restantes subtratamientos.

Las interacciones que incluyen al híbrido 'Iniap 601' con Micro Asp 600 cc/ha; 'Dekalb 7088' con Noctin Azo 400 g/ha y con Nitragin 360 cc/ha y 'Dekalb 7088' fertilizado, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí con promedios 50.33; 50.33; 50.0 y 50.0 días, respectivamente; difiriendo con las restantes interacciones.

4.2. Floración femenina

En el Cuadro 2, se reportan los promedios de días a la floración femenina de los maíces híbridos ensayados; existiendo significancia

Cuadro 1.- Valores promedios de días a la floración masculina, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio
Iniap - 601			47,70 b*
Dekalb 7088			49,23 a
	Noctin Azo	300 g	47,00 bc*
	Noctin Azo	400 g	48,17 abc
	Azostic	400 g	48,00 abc
	Azostic	500 g	49,00 ab
	Nitragin maíz	240 cc	48,17 abc
	Nitragin maíz	360 cc	49,00 ab
	Micro Asp	500 cc	49,50 a
	Micro Asp	600 cc	50,00 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		46,33 c
	Testigo fertilizado		49,50 a
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	45,00 c*
	Noctin Azo	400 g	46,00 bc
	Azostic	400 g	47,00 abc
	Azostic	500 g	48,67 abc
	Nitragin maíz	240 cc	47,67 abc
	Nitragin maíz	360 cc	48,00 abc
	Micro Asp	500 cc	49,33 ab
	Micro Asp	600 cc	50,33 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		46,00 bc
	Testigo fertilizado		49,00 ab
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	49,00 ab
	Noctin Azo	400 g	50,33 a
	Azostic	400 g	49,00 ab
	Azostic	500 g	49,33 ab
	Nitragin	240 cc	48,67 abc
	Nitragin	360 cc	50,00 a
	Micro Asp	500 cc	49,67 ab
	Micro Asp	600 cc	49,67 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		46,67 abc
	Testigo fertilizado		50,00 a
Promedio			48,47
Coeficiente de variación (%)			2,45

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de

los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

Cuadro 2.- Valores promedios de días a la floración femenina, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (cm)
Iniap - 601			52,70 b*
Dekalb 7088			54,66 a
	Noctin Azo	300 g	53,33 bc*
	Noctin Azo	400 g	53,16 c
	Azostic	400 g	54,50 abc
	Azostic	500 g	55,33 abc
	Nitragin maíz	240 cc	54,16 abc
	Nitragin maíz	360 cc	54,50 abc
	Micro Asp	500 cc	55,83 a
	Micro Asp	600 cc	55,50 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		50,83 d
	Testigo fertilizado		54,60 abc
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	51,33 cde*
	Noctin Azo	400 g	51,66 bcde
	Azostic	400 g	53,66 abcde
	Azostic	500 g	55,33 a
	Nitragin maíz	240 cc	54,33 abcd
	Nitragin maíz	360 cc	54,00 abcde
	Micro Asp	500 cc	55,66 a
	Micro Asp	600 cc	55,66 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		50,66 e
	Testigo fertilizado		54,66 abc
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	55,33 a
	Noctin Azo	400 g	54,66 abc
	Azostic	400 g	55,33 a
	Azostic	500 g	55,33 a
	Nitragin	240 cc	54,00 abcde
	Nitragin	360 cc	55,00 ab
	Micro Asp	500 cc	56,00 a
	Micro Asp	600 cc	55,33 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		51,00 de
	Testigo fertilizado		54,66 abc
Promedio			54,18
Coeficiente de variación (%)			2,09

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

estadística para los componentes de variación. El coeficiente de variabilidad fue 2.09%.

Los híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601' florecieron a los 54.66 y 53.7 días respectivamente, difiriendo estadísticamente. El subtratamiento Micro Asp 500 cc/ha, se comportó superior y diferente estadísticamente a los demás subtratamientos; luego siguió Micro Asp 600 cc/ha con 55.5 días. Mientras que el testigo sin fertilizar y sin bioestimulante floreció más temprano a los 50.88 días.

Las interacciones que incluye el híbrido 'Iniap 601' fertilizado con Azostic 500 g/ha; Micro Asp con 500 y 600 cc/ha; y el híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado con Noctin Azo 300 g/ha; Azostic 400 y 500 g/ha; MicroAsp 500 y 600 cc/ha, florecieron a los 55.33; 55.66; 55.66; 55.33; 55.33; 56.0 y 55.33 días, respectivamente, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre si, pero diferentes a las restantes interacciones.

4.3. Altura de inserción de mazorca

Los valores promedios de inserción de mazorca, se observan en el Cuadro 3. El análisis de varianza reportó alta significancia

estadística para tratamientos, subtratamientos e interacciones; cuyo coeficiente de variación fue 1.26 %.

Cuadro 3.- Valores promedios de altura de inserción de mazorca, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (cm)
Iniap - 601			98,77 b*
Dekalb 7088			107,27 a
	Noctin Azo	300 g	101,83 d*
	Noctin Azo	400 g	104,50 bc
	Azostic	400 g	104,83 bc
	Azostic	500 g	106,67 ab
	Nitragin maíz	240 cc	106,67 ab
	Nitragin maíz	360 cc	108,83 a
	Micro Asp	500 cc	103,83 cd
	Micro Asp	600 cc	106,67 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		83,17 e
	Testigo fertilizado		103,17 cd
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	96,00 i*
	Noctin Azo	400 g	93,33 hi
	Azostic	400 g	101,00 gh
	Azostic	500 g	102,67 fgh
	Nitragin maíz	240 cc	102,33 fgh
	Nitragin maíz	360 cc	104,00 defg
	Micro Asp	500 cc	99,33 hi
	Micro Asp	600 cc	103,67 efg
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		79,33 k
	Testigo fertilizado		100,00 ghi
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	107,67 bcde
	Noctin Azo	400 g	109,67 abc
	Azostic	400 g	108,67 bcd
	Azostic	500 g	110,67 ab
	Nitragin	240 cc	111,00 ab
	Nitragin	360 cc	113,67 a
	Micro Asp	500 cc	108,33 bcd
	Micro Asp	600 cc	109,67 abc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		87,00 j
	Testigo fertilizado		106,33 cdef
Promedio			103,02
Coeficiente de variación (%)			1,26

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

Los híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601' difirieron significativamente, con promedios 107.27 y 98.77 cm en su orden. El subtratamiento Nitragin 360 cc/ha mostró la mayor altura de inserción de mazorca 108.83cm, difiriendo estadísticamente con los restantes subtratamientos; luego siguieron Azostic 500 g/ha, Nitragin 240 cc/ha y Micro Asp 600 cc/ha, con una misma altura de 106.67 cm, siendo iguales estadísticamente. El testigo sin fertilizar y sin biofertilizante presentó la menor altura de inserción 83.17 cm.

El híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de Nitragin 360 cc, obtuvo la mayor altura de inserción de mazorca 113.67 cm; mientras que el híbrido 'Iniap 601' carente de fertilización y sin biofertilizante presentó la menor altura 79.33 cm; difiriendo estadísticamente entre sí y con las restantes interacciones.

4.4. Altura de planta

En el Cuadro 4, se presentan los promedios de altura de planta de los maíces híbridos ensayados. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los híbridos y biofertilizantes; siendo el coeficiente de variación 1.24 %.

La prueba DMS determinó diferencia significativa entre los híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601' con promedios 216.33 y

Cuadro 4.- Valores promedios de altura de planta a cosecha, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (cm)
Iniap - 601			201,07 b*
Dekalb 7088			216,33 a
	Noctin Azo	300 g	209,83 b*
	Noctin Azo	400 g	212,50 ab
	Azostic	400 g	213,50 ab
	Azostic	500 g	215,83 a
	Nitragin maíz	240 cc	215,33 a
	Nitragin maíz	360 cc	216,17 a
	Micro Asp	500 cc	213,00 ab
	Micro Asp	600 cc	214,33 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		167,17 c
	Testigo fertilizado		209,33 b
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	202,33 e*
	Noctin Azo	400 g	203,33 e
	Azostic	400 g	207,00 e
	Azostic	500 g	208,00 e
	Nitragin maíz	240 cc	206,33 e
	Nitragin maíz	360 cc	204,67 e
	Micro Asp	500 cc	207,00 e
	Micro Asp	600 cc	208,67 de
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		160,33 g
	Testigo fertilizado		203,00 e
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	217,33 bc
	Noctin Azo	400 g	221,67 abc
	Azostic	400 g	220,00 bc
	Azostic	500 g	223,67 ab
	Nitragin	240 cc	224,33 ab
	Nitragin	360 cc	227,67 a
	Micro Asp	500 cc	219,00 bc
	Micro Asp	600 cc	220,00 bc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		174,00 f
	Testigo fertilizado		215,67 cd
Promedio			208,70
Coeficiente de variación (%)			1,24

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad

201.07 cm respectivamente. Los subtratamientos Nitragin 360 cc/ha, Azostic 500 g/ha y Nitragin 240 cc/ha, presentaron las plantas de mayor altura con promedios 216.17; 215.83 y 215.33 cm respectivamente; siendo iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a los restantes subtratamientos.

La interacción que incluye al híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado con Nitragin 360 cc/ha, con altura 227.67 cm, se comportó superior y diferente estadísticamente a las restantes interacciones; luego siguieron el mismo híbrido en presencia de Nitragin 240 cc/ha y Azostic 500 g/ha con 224.33 y 223.67 cm en su orden, sin diferir estadísticamente.

4.5. Índice de área foliar

Los valores promedios del índice de área foliar de los maíces híbridos se presentan en el Cuadro 5. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para tratamientos y subtratamientos; siendo el coeficiente de variación 5.74 %.

El híbrido 'Dekalb 7088' se comportó superior y diferente estadísticamente a 'Iniap 601' con índices 0.507 y 0.415,

respectivamente. Los biofertilizantes Azostic 500 g/ha y Nitragin 360 cc/ha, lograron los mayores índices 0.502 y 0.501 respectivamente,

Cuadro 5.- Valores promedios del índice de área foliar, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio
Iniap - 601			0,415 b*
Dekalb 7088			0,507 a
	Noctin Azo	300 g	0,444 b*
	Noctin Azo	400 g	0,490 ab
	Azostic	400 g	0,457 ab
	Azostic	500 g	0,502 a
	Nitragin maíz	240 cc	0,493 ab
	Nitragin maíz	360 cc	0,501 a
	Micro Asp	500 cc	0,450 ab
	Micro Asp	600 cc	0,495 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		0,292 c
	Testigo fertilizado		0,486 ab
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	0,419 ef*
	Noctin Azo	400 g	0,449 def
	Azostic	400 g	0,412 f
	Azostic	500 g	0,451 cdef
	Nitragin maíz	240 cc	0,430 ef
	Nitragin maíz	360 cc	0,434 ef
	Micro Asp	500 cc	0,398 f
	Micro Asp	600 cc	0,457 cdef
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		0,274 g
	Testigo fertilizado		0,424 ef
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	0,469 bcdef
	Noctin Azo	400 g	0,532 abcd
	Azostic	400 g	0,502 abcde
	Azostic	500 g	0,554 a
	Nitragin	240 cc	0,556 a
	Nitragin	360 cc	0,568 a
	Micro Asp	500 cc	0,501 abcde
	Micro Asp	600 cc	0,534 abc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		0,311 g
	Testigo fertilizado		0,547 ab
Promedio			0,461
Coeficiente de variación (%)			5,74

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

sin diferir estadísticamente, pero si con los restantes subtratamientos. Mientras que el testigo sin fertilizar y sin biofertilizante alcanzó el menor índice 0.292.

De acuerdo a la prueba de Tukey, las interacciones que incluye el híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado con Nitragin 360 y 240 cc/ha, obtuvieron los mayores índices de área foliar 0.568 y 0.556 respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre sí, difiriendo con las restantes interacciones; luego siguió el mismo híbrido con fertilización química con índice 0.547. Mientras que los híbridos 'Iniap 601' y 'Dekalb 7088' sin fertilizar y sin biofertilizante lograron los menores índices 0.311 y 0.274 en su orden, sin diferir estadísticamente.

4.6. Número de mazorcas por planta

En el Cuadro 6, se aprecian los promedios del número de mazorcas por planta; existiendo alta significancia estadística sólo para los subtratamientos. El coeficiente de variación fue 1.37 %.

Según la prueba DMS, los híbridos se comportaron iguales estadísticamente. El subtratamiento Nitragin 360 cc/ha con 1.072

mazorcas por planta, se comportó superior y diferente estadísticamente a los restantes subtratamientos; luego siguieron

Cuadro 6.- Valores promedios del número de mazorcas por planta, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio
Iniap - 601			1,032 a*
Dekalb 7088			1,054 a
	Noctin Azo	300 g	1,033 bc*
	Noctin Azo	400 g	1,037 bc
	Azostic	400 g	1,038 bc
	Azostic	500 g	1,043 bc
	Nitragin maíz	240 cc	1,055 abc
	Nitragin maíz	360 cc	1,072 a
	Micro Asp	500 cc	1,058 ab
	Micro Asp	600 cc	1,060 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		1,005 d
	Testigo fertilizado		1,028 cd
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	1,030 abcde*
	Noctin Azo	400 g	1,023 cde
	Azostic	400 g	1,027 bcde
	Azostic	500 g	1,030 abcde
	Nitragin maíz	240 cc	1,037 abcde
	Nitragin maíz	360 cc	1,073 a
	Micro Asp	500 cc	1,047 abcde
	Micro Asp	600 cc	1,043 abcde
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		1,007 de
	Testigo fertilizado		1,007 de
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	1,037 abcde
	Noctin Azo	400 g	1,050 abcd
	Azostic	400 g	1,050 abcd
	Azostic	500 g	1,057 abc
	Nitragin	240 cc	1,073 a
	Nitragin	360 cc	1,070 ab
	Micro Asp	500 cc	1,070 ab
	Micro Asp	600 cc	1,077 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		1,003 e
	Testigo fertilizado		1,050 abcd
Promedio			1,043
Coeficiente de variación (%)			1,37

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

Micro Asp en dosis de 600 y 500 cc/ha con promedios 1.06 y 1.058 mazorcas por planta, siendo iguales estadísticamente. Mientras que el testigo carente de fertilizante y biofertilizante, obtuvo el menor promedio 1.005 mazorcas por planta.

Las interacciones que incluye al híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de Micro Asp 600 cc/ha y Nitragin 360 cc/ha y el híbrido 'Iniap 601' con 360 cc/ha, con promedios 1.077; 1.073 y 1.073 mazorcas por plantas respectivamente, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí; pero diferentes a las restantes interacciones. El testigo sin fertilizar y sin biofertilizante presentó el menor promedio 1.003 mazorcas por planta.

4.7. Diámetro de mazorca

Los promedios del diámetro de mazorca de los híbridos ensayados, se muestran en el Cuadro 7; existiendo sólo significancia estadística para los subtratamientos. El coeficiente de variación fue 1.62 %.

La prueba DMS determinó igualdad estadística entre los híbridos 'Iniap 601' y 'Dekalb 7088' con mazorcas de 5.89 y 5.80 cm en su

orden. Los subtratamientos Azostic 500 g/ha y Noctin Azo 400 g/ha, obtuvieron los mayores promedios 5.97 y 5.95 cm respectivamente,

Cuadro 7.- Valores promedios del diámetro de mazorca, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (cm)
Iniap - 601			5,89 a*
Dekalb 7088			5,80 a
	Noctin Azo	300 g	5,90 ab*
	Noctin Azo	400 g	5,95 a
	Azostic	400 g	5,93 ab
	Azostic	500 g	5,97 a
	Nitragin maíz	240 cc	5,87 ab
	Nitragin maíz	360 cc	5,92 ab
	Micro Asp	500 cc	5,75 b
	Micro Asp	600 cc	5,87 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		5,48 c
	Testigo fertilizado		5,85 ab
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	6,00 abc*
	Noctin Azo	400 g	6,03 ab
	Azostic	400 g	6,07 a
	Azostic	500 g	6,03 ab
	Nitragin maíz	240 cc	5,87 abc
	Nitragin maíz	360 cc	5,97 abc
	Micro Asp	500 cc	5,77 bcd
	Micro Asp	600 cc	5,87 abc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		5,47 e
	Testigo fertilizado		5,87 abc
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	5,80 abc
	Noctin Azo	400 g	5,87 abc
	Azostic	400 g	5,80 abc
	Azostic	500 g	5,90 abc
	Nitragin	240 cc	5,87 abc
	Nitragin	360 cc	5,87 abc
	Micro Asp	500 cc	5,73 cde
	Micro Asp	600 cc	5,87 abc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		5,50 de
	Testigo fertilizado		5,83 abc
Promedio			5,85
Coeficiente de variación (%)			1,62

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

siendo iguales estadísticamente entre sí; difiriendo con los restantes subtratamientos. Mientras que el testigo sin fertilizar y sin biofertilizante presentó las mazorcas de menor diámetro 5.48 cc siendo diferentes estadísticamente.

Las interacciones que contienen el híbrido 'Iniap 601' fertilizado con Azostic 400 g/ha y testigo sin fertilizar y sin biofertilizante, obtuvieron las mazorcas de mayor y menor diámetro con 6.07 y 5.47 cm respectivamente, difiriendo estadísticamente entre sí y con las restantes interacciones.

4.8. Longitud de mazorcas

En el Cuadro 8, se registran los promedios de longitud de mazorcas de los maíces híbridos ensayados. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los tratamientos, subtratamientos e interacciones; cuyo coeficiente de variación fue 3.87 %.

Los híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601' con mazorcas de 20.45 y 15.91 cm respectivamente, difirieron estadísticamente. El subtratamiento Micro Asp 600 cc/ha con mazorcas de 19.33 cm se

comportó superior y diferente estadísticamente con los restantes subtratamientos; mientras que el testigo sin fertilizar y sin

Cuadro 8.- Valores promedios de longitud de mazorca, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (cm)
Iniap - 601			15,91 b*
Dekalb 7088			20,45 a
	Noctin Azo	300 g	18,07 ab
	Noctin Azo	400 g	18,73 ab
	Azostic	400 g	18,78 ab
	Azostic	500 g	19,07 ab
	Nitragin maíz	240 cc	18,45 ab
	Nitragin maíz	360 cc	18,78 ab
	Micro Asp	500 cc	18,88 ab
	Micro Asp	600 cc	19,33 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		13,90 c
	Testigo fertilizado		17,83 b
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	16,27 cd*
	Noctin Azo	400 g	16,67 c
	Azostic	400 g	16,33 cd
	Azostic	500 g	16,73 c
	Nitragin maíz	240 cc	15,57 cde
	Nitragin maíz	360 cc	15,90 cd
	Micro Asp	500 cc	16,00 cd
	Micro Asp	600 cc	16,57 c
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		13,47 e
	Testigo fertilizado		15,57 cde
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	19,87 b
	Noctin Azo	400 g	20,80 ab
	Azostic	400 g	21,23 ab
	Azostic	500 g	21,40 ab
	Nitragin	240 cc	21,33 ab
	Nitragin	360 cc	21,67 ab
	Micro Asp	500 cc	21,77 ab
	Micro Asp	600 cc	22,10 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		14,33 de
	Testigo fertilizado		20,10 ab
Promedio			18,18
Coeficiente de variación (%)			3,87

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

biofertilizante y testigo fertilizado obtuvieron las mazorcas de menor longitud 13.90 y 17.83 cm en su orden sin diferir estadísticamente. Los restantes subtratamientos se comportaron iguales estadísticamente entre sí.

El híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de Micro Asp 600 cc/ha con mazorcas de 22.10 cm de longitud, se comportó superior y diferente estadísticamente a las restantes interacciones; mientras que el híbrido 'Iniap 601' sin fertilización y sin biofertilizante obtuvo las mazorcas más pequeñas con 13.47 cc, difiriendo estadísticamente con las restantes interacciones.

4.9. Granos por mazorca

Los valores promedios del número de granos por mazorca de los maíces híbridos, se registran en el Cuadro 9; existiendo significancia estadística para híbridos y biofertilizantes. El coeficiente de variación es 1.47 %.

Los maíces híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601', se comportaron diferentes estadísticamente, con 521.67 y 467.17 granos por mazorca en su orden. Los biofertilizantes ensayados no difirieron

estadísticamente, con promedios variando de 514.33 a 521 granos por mazorca correspondiente a Noctin Azo 300 g y Noctin Azo 400 g.

Cuadro 9.- Valores promedios del número de granos por mazorca, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio
Iniap - 601			467,17 b*
Dekalb 7088			521,67 a
	Noctin Azo	300 g	514,33 a*
	Noctin Azo	400 g	521,00 a
	Azostic	400 g	515,00 a
	Azostic	500 g	516,00 a
	Nitragin maíz	240 cc	517,17 a
	Nitragin maíz	360 cc	518,17 a
	Micro Asp	500 cc	504,67 ab
	Micro Asp	600 cc	516,17 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		331,50 c
	Testigo fertilizado		490,17 b
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	493,33 cd*
	Noctin Azo	400 g	497,67 cd
	Azostic	400 g	481,67 cd
	Azostic	500 g	480,67 cd
	Nitragin maíz	240 cc	486,67 cd
	Nitragin maíz	360 cc	480,67 cd
	Micro Asp	500 cc	474,67 d
	Micro Asp	600 cc	475,00 d
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		333,00 e
	Testigo fertilizado		468,33 d
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	535,33 ab
	Noctin Azo	400 g	544,33 ab
	Azostic	400 g	548,33 a
	Azostic	500 g	551,33 a
	Nitragin	240 cc	547,67 a
	Nitragin	360 cc	555,67 a
	Micro Asp	500 cc	534,67 ab
	Micro Asp	600 cc	557,33 a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		330,00 e
	Testigo fertilizado		512,00 bc
Promedio			494,42
Coeficiente de variación (%)			2,22

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

Mientras que los testigos sin fertilizar y sin biofertilizante y testigo fertilizado presentaron los menores promedios 331.5 y 490.17 granos por mazorca en su orden.

Las interacciones que incluye el híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de Micro Asp 600 cc/ha; Nitragin 360 cc/ha; Azostic 500g/h; Azostic 400 g/h y Nitragin 240 cc/h, obtuvieron los mayores promedios 557.33; 555.67; 551.33; 548.33 y 547.67 granos por mazorca respectivamente; no difirieron estadísticamente entre si, pero si con las restantes interacciones.

4.10. Peso de 100 granos

En el Cuadro 10, se muestran los pesos promedios de 100 granos o semillas; existiendo significancia estadística para los componentes de variación. El coeficiente de variabilidad es 1.47 %.

El híbrido 'Dekalb 7088' difirió estadísticamente del 'Iniap 601', con pesos de 35.35 y 33.74 granos en su orden. Los biofertilizantes Nitragin en dosis de 360 y 240 g/ha, se comportaron superiores e iguales estadísticamente con pesos de 35.75 y 35.60 gramos en su orden; difiriendo con los restantes subtratamientos. Mientras que el

testigo sin fertilizar y sin biofertilizante obtuvo el menor peso 31.08 gramos.

Cuadro 10.- Valores promedios del peso de 100 granos, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (gr)
Iniap – 601			33,74 b*
Dekalb 7088			35,35 a
	Noctin Azo	300 g	34,05 d*
	Noctin Azo	400 g	34,73 bcd
	Azostic	400 g	34,25 cd
	Azostic	500 g	34,61 bcd
	Nitragin maíz	240 cc	35,60 a
	Nitragin maíz	360 cc	35,75 a
	Micro Asp	500 cc	35,17 abc
	Micro Asp	600 cc	35,32 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		31,08 e
	Testigo fertilizado		34,88 abcd
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	32,80 ef*
	Noctin Azo	400 g	33,50 de
	Azostic	400 g	33,23 de
	Azostic	500 g	33,20 de
	Nitragin maíz	240 cc	34,60 bcd
	Nitragin maíz	360 cc	35,10 abc
	Micro Asp	500 cc	34,37 cde
	Micro Asp	600 cc	34,77 bcd
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		31,53 fg
	Testigo fertilizado		34,33 cde
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	35,30 abc
	Noctin Azo	400 g	35,97 ab
	Azostic	400 g	35,27 abc
	Azostic	500 g	36,03 ab
	Nitragin	240 cc	36,60 a
	Nitragin	360 cc	36,40 a
	Micro Asp	500 cc	35,97 ab
	Micro Asp	600 cc	35,87 abc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		30,63 g
	Testigo fertilizado		35,43 abc
Promedio			34,54
Coefficiente de variación (%)			1,47

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

El híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de 240 y 360 cc/ha de Nitragin lograron los mayores pesos 36.6 y 36.4 gramos respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a las restantes interacciones. El mismo híbrido sin fertilizar y sin biofertilizante logró el menor peso 30.63 gramos, siendo diferentes estadísticamente.

4.11. Madurez fisiológica

Los promedios de días a la madurez fisiológica se muestran en el Cuadro 11. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística sólo para los subtratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 1.59 %.

La prueba DMS determinó igualdad estadística entre los maíces híbridos ensayados. Los subtratamientos Nitragin 360 cc/ha; Noctin Azo 400 g/ha y Micro Asp 500 cc/ha, obtuvieron los mayores promedios 121.5; 120.83 y 120.33 siendo iguales estadísticamente; difiriendo con los restantes subtratamientos. Mientras que el testigo carente de fertilización y biofertilizante, presentó las plantas con menor días a la madurez fisiológica 116.33 días.

El híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado con Noctin Azo 400 g y el mismo híbrido sin fertilizar y sin biofertilizante presenta el mayor y

Cuadro 11.- Valores promedios de días a la madurez fisiológica, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio
Iniap - 601			119,50 a*
Dekalb 7088			120,03 a
	Noctin Azo	300 g	119,67 ab*
	Noctin Azo	400 g	120,83 a
	Azostic	400 g	119,83 ab
	Azostic	500 g	119,83 ab
	Nitragin maíz	240 cc	119,67 ab
	Nitragin maíz	360 cc	121,50 a
	Micro Asp	500 cc	120,33 a
	Micro Asp	600 cc	119,67 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		116,33 b
	Testigo fertilizado		120,00 ab
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	119,33 ab*
	Noctin Azo	400 g	119,67 ab
	Azostic	400 g	119,67 ab
	Azostic	500 g	119,33 ab
	Nitragin maíz	240 cc	120,33 ab
	Nitragin maíz	360 cc	121,33 ab
	Micro Asp	500 cc	119,67 ab
	Micro Asp	600 cc	119,33 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		116,67 ab
	Testigo fertilizado		119,67 ab
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	120,00 ab
	Noctin Azo	400 g	122,00 a
	Azostic	400 g	120,00 ab
	Azostic	500 g	120,33 ab
	Nitragin	240 cc	119,00 ab
	Nitragin	360 cc	121,67 ab
	Micro Asp	500 cc	121,00 ab
	Micro Asp	600 cc	120,00 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		116,00 b
	Testigo fertilizado		120,33 ab
Promedio			119,77
Coeficiente de variación (%)			1,59

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

menor promedio con 122 y 116 días en su orden, siendo diferentes estadísticamente entre sí; mientras que las restantes interacciones se comportaron iguales estadísticamente.

4.12. Peso de raíces secas

En el Cuadro 12, se registran los promedios de los pesos de raíces secas al momento de la cosecha de los híbridos ensayados. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para los subtratamientos; cuyo coeficiente de variación es 5.73 %.

Los híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601' con pesos de raíces 20.66 y 19.44 gramos, en su orden, difirieron estadísticamente. El biofertilizante Nitragin 360 cc/ha alcanzó el mayor peso 22.35 gramos, difiriendo con los restantes biofertilizantes. El testigo carente de fertilización y biofertilizante obtuvo el menor peso 15.58 gramos.

El maíz híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado con Nitragin 360 cc/ha, se comportó superior y diferente estadísticamente a las restantes interacciones con un peso del sistema radicular por planta de 23.33 gramos. Mientras que el híbrido 'Iniap 601' sin fertilizar y sin

bioestimulante logró el menor peso 15.33 gramos, siendo diferentes estadísticamente.

Cuadro 12.- Valores promedios del peso de raíces secas, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (g)
Iniap - 601			19,14 b*
Dekalb 7088			20,66 a
	Noctin Azo	300 g	19,23 bc*
	Noctin Azo	400 g	20,95 abc
	Azostic	400 g	19,18 bc
	Azostic	500 g	20,42 abc
	Nitragin maíz	240 cc	21,07 abc
	Nitragin maíz	360 cc	22,35 a
	Micro Asp	500 cc	20,18 abc
	Micro Asp	600 cc	21,18 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		15,58 d
	Testigo fertilizado		18,87 c
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	18,67 bcde*
	Noctin Azo	400 g	20,23 abc
	Azostic	400 g	17,70 cde
	Azostic	500 g	19,37 bcd
	Nitragin maíz	240 cc	20,57 abc
	Nitragin maíz	360 cc	21,37 ab
	Micro Asp	500 cc	19,90 abc
	Micro Asp	600 cc	20,67 abc
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		15,33 e
	Testigo fertilizado		17,63 cde
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	19,80 abc
	Noctin Azo	400 g	21,67 ab
	Azostic	400 g	20,67 abc
	Azostic	500 g	21,47 ab
	Nitragin	240 cc	21,57 ab
	Nitragin	360 cc	23,33 a
	Micro Asp	500 cc	20,47 abc
	Micro Asp	600 cc	21,70 ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		15,83 de
	Testigo fertilizado		20,10 abc

Promedio	19,90
Coefficiente de variación (%)	5,73

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

4.13. Rendimiento de grano

Los valores promedios de rendimiento de grano de los híbridos ensayados, se reportan en el Cuadro 13. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los componentes de variación; cuyo coeficiente de variabilidad es 2.42 %.

De acuerdo a la prueba DMS, los híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601' con rendimientos de grano 7.761 y 6.789 t/ha respectivamente, se comportaron diferentes estadísticamente. El biofertilizante Nitragin en dosis de 360 cc/ha fue superior y diferente estadísticamente a los restantes biofertilizantes con promedio 7.786 t/ha. Mientras que el testigo fertilizado y testigo sin fertilizar y sin biofertilizante obtuvieron los menores rendimientos de grano 7.238 y 4.413 t/ha en su orden, siendo diferentes estadísticamente.

Las interacciones que incluyen el híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado con Nitragin en dosis de 360 y 240 cc/ha, Noctin Azo con dosis 300 y 400 g/ha y Micro Asp con dosis 600 cc/ha, alcanzaron los mayores rendimientos de grano de 8.409; 8.395; 8.312; 8.230 y 8.172 t/ha respectivamente, se comportaron iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a las

restantes interacciones. Mientras que los híbridos 'Iniap 601' y 'Dekalb 7088' sin fertilizar y sin biofertilizante, presentaron los menores

Cuadro 13.- Valores promedios del rendimiento de grano, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Biofertilizantes	Dosis/ha	Promedio (tom/ha)	
Iniap - 601			6,789	b*
Dekalb 7088			7,761	a
	Noctin Azo	300 g	7,639	ab*
	Noctin Azo	400 g	7,645	ab
	Azostic	400 g	7,589	ab
	Azostic	500 g	7,717	ab
	Nitragin maíz	240 cc	7,672	ab
	Nitragin maíz	360 cc	7,786	a
	Micro Asp	500 cc	7,425	bc
	Micro Asp	600 cc	7,622	ab
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		4,413	d
	Testigo fertilizado		7,238	c
Iniap - 601	Noctin Azo	300 g	6,966	ef*
	Noctin Azo	400 g	7,061	ef
	Azostic	400 g	7,232	def
	Azostic	500 g	7,454	cde
	Nitragin maíz	240 cc	6,950	ef
	Nitragin maíz	360 cc	7,163	def
	Micro Asp	500 cc	6,767	f
	Micro Asp	600 cc	7,073	def
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		4,362	g
	Testigo fertilizado		6,862	f
Dekalb 7088	Noctin Azo	300 g	8,312	a
	Noctin Azo	400 g	8,230	a
	Azostic	400 g	7,946	abc
	Azostic	500 g	7,980	abc
	Nitragin	240 cc	8,395	a
	Nitragin	360 cc	8,409	a
	Micro Asp	500 cc	8,083	ab
	Micro Asp	600 cc	8,172	a
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar		4,464	g
	Testigo fertilizado		7,615	bcd

Promedio	7,760
Coeficiente de variación (%)	2,42

* Promedios con una misma letra para los híbridos, no difieren significativamente según prueba Diferencia Mínima Significativa; y para las medias de las dosis de los biofertilizantes e interacciones, según prueba de Tukey al 5% probabilidad.

rendimientos de grano de 4.362 y 4.464 t/ha respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre sí.

4.14. Análisis económico

En el Cuadro 14, se presenta el análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos.

En el maíz híbrido 'Iniap 601' las utilidades fluctuaron de \$449.64 del tratamiento testigo sin biofertilizante y sin fertilizar a \$688.20 del tratamiento Azostic 500 g. Mientras que el híbrido 'Dekalb 7088', los beneficios variaron de \$474.80 del tratamiento testigo sin fertilizar y sin biofertilizante a \$959.33 por hectárea del tratamiento Nitragin 240 cc/ha.

Cuadro 14.- Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos, en el ensayo de efecto de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento del grano en el maíz. Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. 2015.

Híbridos	Fertilizantes foliares	Rendimiento de grano kg/ha	Costos variables					Costos de producción		Costo total de cada tratamiento	Beneficio	
			Costo de biofertilizante	Costo de aplicación	Costo de fertilizante químico	Costo de tratamiento	Cosecha + Transporte	Costo variable	Costo fijo		Bruto \$	Neto \$
Iniap - 601	Noctin Azo 300 g	6966	36,00	12,00	579,74	627,74	536,38	1164,12	801,90	1966,02	2528,66	562,64
	Noctin Azo 400 g	7061	48,00	12,00	579,74	639,74	543,70	1183,44	801,90	1985,34	2563,14	577,80
	Azostic 400 g	7232	40,00	12,00	579,74	631,74	556,86	1188,60	801,90	1990,50	2625,22	634,72
	Azostic 500 g	7454	50,00	12,00	579,74	641,74	573,96	1215,70	801,90	2017,60	2705,80	688,20
	Nitragin maíz 240 cc	6950	48,00	12,00	579,74	639,74	535,15	1174,89	801,90	1976,79	2522,85	546,06
	Nitragin maíz 360 cc	7163	72,00	12,00	579,74	663,74	551,55	1215,29	801,90	2017,19	2600,17	582,98
	Micro Asp 500 cc	6767	50,00	12,00	579,74	641,74	521,06	1162,80	801,90	1964,70	2456,42	491,72
	Micro Asp 600 cc	7073	60,00	12,00	579,74	651,74	544,62	1196,36	801,90	1998,26	2567,50	569,24
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar	4362					335,87	335,87	801,90	1137,77	1583,41	445,64
	Testigo fertilizado	6862			579,74	579,74	528,37	1108,11	801,90	1910,01	2490,91	580,90
Dekalb 7088	Noctin Azo 300 g	8312	36,00	12,00	579,74	627,74	640,02	1267,76	801,90	2069,66	3017,26	947,60
	Noctin Azo 400 g	8230	48,00	12,00	579,74	639,74	633,71	1273,45	801,90	2075,35	2987,49	912,14
	Azostic 400 g	7946	40,00	12,00	579,74	631,74	611,84	1243,58	801,90	2045,48	2884,40	838,92
	Azostic 500 g	7980	50,00	12,00	579,74	641,74	614,46	1256,20	801,90	2058,10	2896,74	838,64
	Nitragin maíz 240 cc	8395	48,00	12,00	579,74	639,74	646,42	1286,16	801,90	2088,06	3047,39	959,33
	Nitragin maíz 360 cc	8409	72,00	12,00	579,74	663,74	647,49	1311,23	801,90	2113,13	3052,47	939,34
	Micro Asp 500 cc	8083	50,00	12,00	579,74	641,74	622,39	1264,13	801,90	2066,03	2934,13	868,10
	Micro Asp 600 cc	8172	60,00	12,00	579,74	651,74	629,24	1280,98	801,90	2082,88	2966,44	883,56
	Testigo sin biofertilizante sin fertilizar	4464					343,73	343,73	801,90	1145,63	1620,43	474,80
	Testigo fertilizado	7615			579,74	579,74	586,36	1166,10	801,90	1968,00	2764,25	796,25

Valor kg/ha de maíz: \$ 0,363

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluó los efectos de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* en dos maíces híbridos; los resultados obtenidos demuestran que existió significancia estadística entre los híbridos 'Iniap 601' y 'Dekalb 7088' en todas las variables evaluadas, a excepción de los caracteres mazorcas por planta, diámetro de mazorca y madurez fisiológica; contribuyendo positivamente en el rendimiento de grano.

El híbrido 'Dekalb 7088' rindió en promedio 7.761 t/ha, superando en 14.32 % a 'Iniap 601', siendo diferentes estadísticamente; demostrándose la superioridad genética de dicho híbrido; ratificándose las bondades del 'Dekalb 7088' pues superó en 23.67 % al híbrido 'Trueno' en un ensayo realizado por Cabero (2014). Por consiguiente, es recomendable la utilización del híbrido 'Dekalb 7088' por su alto potencial de rendimiento de grano.

En referencia a las dosis de los biofertilizantes ensayados, estos influyeron positivamente en cada variable evaluada, en comparación al tratamiento testigo carente de biofertilizante; reflejándose el beneficio de la aplicación de los biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico.

El mayor rendimiento de grano se logró con Nitragin 360 cc/ha con 7.786 t/ha; mientras que el tratamiento carente de biofertilizante produjo

7.238 t/ha, existiendo una diferencia de 548 kg/ha que representa un incremento del 7.57%. Así mismo, se observó que al aumentar las dosis en cada biofertilizante, el rendimiento se incrementa en 6; 128; 114 y 548 kg/ha para Noctin Azo, Azostic; Nitragin y Micro Asp, respectivamente; por consiguiente será conveniente ensayar dosis mayores a las utilizadas en este ensayo, con la finalidad de incrementar los rendimientos de grano. Estos resultados obtenidos, demuestran las ventajas del empleo de biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* en el cultivo de maíz, para lograr mayor crecimiento vegetativo, radicular y por ende originar incrementos en el rendimiento de grano; pues es una bacteria que favorece el crecimiento radicular, permitiendo mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes disponibles en el suelo, incluyendo nutrientes o fertilizantes aplicados, Pérez (2009).

El rendimiento de grano del tratamiento fertilizado pero sin biofertilizante fue de 7.238 t/ha; mientras que el tratamiento carente de fertilización y sin biofertilizante fue 4.413 t/ha; existiendo una diferencia de 2.825 t/ha, que representa un incremento del 64.01%; lo cual se debe al empleo de un equilibrado programa nutricional, pues los maíces híbridos expresan su potencial genético cuando se les adiciona sus requerimientos nutricionales, originando una mayor eficiencia agronómica; lo cual coincide con Steward (2001), quien recomienda utilizar una fertilización adecuada y balanceada para maximizar el rendimiento de grano y minimizar el potencial de daño al ambiente.

El maíz híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de Nitragin 360 cc/ha, obtuvo el mayor rendimiento de grano de 8.409 t/ha superado en 10.43% en comparación cuando no se empleó el biofertilizante. Así mismo, el híbrido 'Iniap 601' obtuvo el mayor rendimiento de 7.454 t/ha en presencia de Azostic 500 g/ha superando en 8.63% sin el empleo del biofertilizante; estos resultados demuestran la importancia de la utilización de los biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* como complemento de un equilibrado programa nutricional; ya que la inoculación con *Azospirillum* es una práctica en biotecnología del suelo debido a la capacidad que tiene esta bacteria en fijar nitrógeno, producir fitohormonas y sideróforos, Perotti y Pidello (1999); igualmente mejora el peso seco del sistema radical y la parte aérea, Bellone *et al* (1999).

El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos, reporta que todos los tratamientos ensayados produjeron beneficios netos por hectárea, siendo mayor con el híbrido 'Dekalb 7088' con Nitragin 240 cc/ha de \$959.33 y el híbrido 'Iniap 601' fue con Azostic 500 g/ha con \$688.20 por hectárea; en general se refleja que las mayores utilidades económicas se logran con los biofertilizantes Nitragin y Noctin Azo, siendo de mucha utilidad el empleo de dichos biofertilizantes con la finalidad de maximizar el potencial de rendimiento de los cultivos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se delinearán las siguientes conclusiones:

1. En la zona de Babahoyo, las dosis de los biofertilizantes (*Azospirillum brasilense*) influyeron significativamente en los caracteres agronómicos evaluados, a excepción del diámetro de la mazorca y madurez fisiológica.
2. El híbrido 'Dekalb 7088' superó en rendimiento de grano a 'Iniap 601' en 14.32 % pero los dos respondieron positivamente a la fertilización química empleada.
3. Con Nitragin en dosis de 360 cc/ha se obtuvo en promedio el mayor rendimiento de grano 7.786 t/ha, superando en 7.57% al tratamiento testigo carente de biofertilizante.
4. El Micro Asp, obtuvo la mayor respuesta en rendimiento de 548 kg/ha al aumentar la dosis.
5. El tratamiento fertilizado pero carente de biofertilizante rindió un 64.01 % en comparación al testigo sin fertilizar y sin biofertilizante, lo cual se debe al programa de fertilización utilizado en el ensayo.

6. El maíz híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado y en presencia de Nitragin 360 cc/ha alcanzó el mayor rendimiento de grano 8.49 t/ha, superando en 10.43 % cuando no se aplicó el biofertilizante.
7. El híbrido 'Iniap 601' alcanzó la mayor producción en presencia de Azostic 500 g/ha con 7.454 t/ha, superando en 8.63% al testigo carente de biofertilizante.
8. Las mayores utilidades económicas fue de \$959.33 por hectárea con el híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de Nitragin 240 cc/ha.
9. Con el empleo de los biofertilizantes Nitragin y Noctin Azo se lograron los mayores rendimientos de grano y utilidades económicas por hectárea.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. El empleo del maíz híbrido 'Dekalb 7088' en siembras comerciales, debido a su buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de grano.
2. Realizar las aplicaciones del biofertilizante Nitragin maíz en dosis de 360 y 240 cc/ha para maximizar el rendimiento de grano.

3. La utilización de los biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* como complemento de un equilibrado programa nutricional.

4. Continuar con la investigación ensayando dosis mayores con los biofertilizantes utilizados en este ensayo pero en otros cultivos.

VII. RESUMEN

El ensayo se realizó en los terrenos de la Granja Palmar, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, en los maíces híbridos 'Iniap 601' y 'Dekalb 7088', con la finalidad de evaluar los efectos de los fertilizantes sobre las características agronómicas; identificar la mejor dosis y biofertilizante para lograr maximizar el rendimiento de grano; y, analizar económicamente los tratamientos en función al costo de producción y el rendimiento.

Los tratamientos fueron los híbridos 'Dekalb 7088' e 'Iniap 601'; los subtratamientos Noctin Azo en dosis de 300 y 400 g/ha; Azostic en dosis de 400 y 500 gr/ha; Nitragin en dosis de 240 y 360 cc/ha; Micro Asp en dosis de 500 y 600 cc/ha. Además se incluyó un testigo sin fertilizar y sin biofertilizante y testigo fertilizado; dando un total de diez tratamientos. Se utilizó el diseño experimental "Parcelas divididas" en tres repeticiones; donde las parcelas principales correspondieron a los tratamientos y los subtratamientos como subparcelas experimentales. La subparcela experimental estuvo constituida por 4 hileras de 6m de longitud distanciadas 0.70 m dando un área de 16.8 m²; mientras que el área útil estuvo constituida por las 2 hileras centrales quedando un área de 8.4 m².

Se evaluó días a la floración femenina y masculina; altura de inserción de mazorca y de planta; índice de área foliar; mazorcas por planta; diámetro y longitud de mazorca; granos por mazorca, peso de 100

granos, madurez fisiológica, biomasa radicular y rendimiento de grano. Las variables fueron sometidas al análisis de varianza, empleándose la prueba DMS para las comparaciones de medias de los híbridos y Tukey al 95% de probabilidad para las comparaciones de dosis de biofertilizantes e interacciones.

Según los resultados se determinó que el híbrido 'Dekalb 7088' superó en rendimiento de grano a 'Iniap 601' en 14.32 %, difiriendo significativamente. Con Nitragin en dosis de 360 cc/ha se obtuvo en promedio el mayor rendimiento de grano 7.786 t/ha, superando en 7.57 % al tratamiento testigo carente de biofertilizante. El tratamiento fertilizado carente de biofertilizante rindió un 64.01 % en comparación al testigo sin fertilizar y sin biofertilizante, lo cual se debe al programa de fertilización utilizado en el ensayo. El maíz híbrido 'Dekalb 7088' fertilizado y en presencia de Nitragin 360 cc/ha alcanzó el mayor rendimiento de grano 8.49 t/ha, superando en 10.43 % cuando no se aplicó el biofertilizante. Las mayores utilidades económicas fue de \$959.33 por hectárea con el híbrido 'Dekalb 7088' en presencia de Nitragin 240 cc/ha.

VIII. SUMMARY

The trial was held in the grounds of the Farm Palmar, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences, Technical University of Babahoyo in the hybrid corns 'Iniap 601' and 'Dekalb 7088', in order to assess the effects of fertilizers on agronomic characteristics; identify the best dose and biofertilizer order to maximize grain yield; and economically analyze the treatments according to the production cost and performance.

The treatments were hybrids 'Dekalb 7088' and 'Iniap 601'; subtreatments Noctin Azo at doses of 300 and 400 g/ha; Azostic at doses of 400 and 500 g/ha; Nitragin in doses of 240 and 360 cc/ha; Micro Asp in doses of 500 and 600 cc/ha. In addition, an unfertilized and fertilized without biofertilizer witness was included; giving a total of ten treatments. Experimental design "split plots" was used in three repetitions; where the main plots corresponded to the treatments and subtratamientos as experimental subplots. The experimental subplot consisted of 4 rows spaced 6m length 0.70 m giving an area of 16.8 m²; while the useful area consisted of the two central rows being an area of 8.4 m².

Days was evaluated to female and male flowering; cob insertion height and plant; leaf area index; ears per plant; diameter and ear length; kernels per ear, weight of 100 grains, physiological maturity, root biomass and grain yield. The variables were subjected to analysis of variance, using the

LSD test for comparisons of means of hybrids and Tukey 95 % chance for comparisons doses of biofertilizers and interactions.

According to the results it was determined that the hybrid 'Dekalb 7088' outperformed grain to 'Iniap 601' at 14.32 %, differing significantly. With Nitragin in doses of 360 cc / ha was obtained on average the highest grain yield 7.786 t/ha, exceeding by 7.57 % to the control treatment lacking biofertilizer. The fertilized treatment devoid of biofertilizer yielded a 64.01 % compared to unfertilized without biofertilizer, which is due to fertilization program used in the trial. The hybrid corn 'Dekalb 7088' fertilized and Nitragin presence of 360 cc/has reached the highest grain yield 8.49 t/ha, exceeding 10.43 % when the biofertilizer was applied. The largest economic profit was \$ 959.33 per hectare with the hybrid 'Dekalb 7088' in the presence of Nitragin 240 cc/ha.

IX. LITERATURA CITADA

- Artenio, D., Iglesias, M., Trant, C., Mansilla, N. 2005. Ensayo de inoculación con *Azospirillum brasilense* en maíz cultivado en suelos de Corrientes. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Corrientes. Argentina 3p.
- Avila, P. H. Iglesias; M. Sotelo, E. Cristina. 2005. Inoculación con *Azospirillum brasilense* en el cultivo de algodón (*Gossypium herbaceum*). Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Corrientes, Argentina. 4p.
- Bellone, C; S. Carrizo de Bellone; M. Jaime; A. Manila y M. Monzón. 1999. Respuesta de los cultivares de maíz (*Zea mays* L.) a la inoculación con distintos aislamientos de *Azospirillum spp.* Segunda Reunión Científica – Técnica - Biología del suelo – Fijación biológica del nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca – Facultad de Ciencias Agrarias. 283-286p.
- Casanovas. E.M., C.A. Barassi, F.H Andrade, y R.J. Sueldo 2003. *Azospirillum* – inoculated Maize Plant Responses to irrigation Restraints Imposide during flowering. Cereal research Communications. 31:395-402.
- Díaz – Zurita, M; F.G. Micucci; R.M. Baliño; M.V. Fernández. 2008. Productividad de cultivos de maíz con tratamientos de semillas con *Azospirillum brasilense*. Merck CropBioscience. Argentina. 4p.
- Euroagro.ec.a.s.f.p insumos orgánicos disponible en: www.euroagro.ec.com
- Ferlini H., S. Díaz y C. Traut, 2005. Beneficios del uso de inoculantes sobre la base de *Azospirillum brasilense* en cultivos extensivos de

granos y forrajes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 3p.

Gacetilla Técnica. 2009. Nitragin Maíz. Buenos Aires, Argentina. 6p.

García – Olivares, J., A. Mendoza, N. Mayek. 2012. Efectos de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, Universidad y Ciencia. Vol. 28. Nº 1. Villahermosa. 5p.

Gonzales, A., D. Pérez, O. Franco, A. Balbuena, F. Gutiérrez, H. Romero, 2011. Respuesta de tres cultivares de maíz a la inoculación con *Azospirillum brasilense* bajo cuatro diferentes dosis de nitrógeno. Ciencias Ergo Sun. Vol 18. N 1. Universidad Autónoma del Estado de México. México pp: 51 – 58.

Iglesias. I, M. Fogar y M. Cracogna. 2000. Utilización de inoculantes mixtos en trigo. Ensayo en campo. Reunión de Comunicaciones y Científicas y Tecnológicas. UNNE (CD ROM). Sección Ciencias Agrarias. 197 – 199p.

INDIA. 2008. Manual del cultivo de maíz duro - Boletín Técnico. Ecuador. 34p.

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO DEL CANADA. s.f.p. Potasa: su necesidad y uso en agricultura moderna. Requerimientos de potasa de los cultivos. Boletín Técnico. pp: 23 – 24.

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (INIAP) 2010. Iniap difunde biofertilizante en cultivo de maíz, producto amigable con el medio ambiente. Boletín de Prensa N0091.

Marco, C. J., M.C. Iglesias. Utilización de *Azospirillum* Az39 INTA e inoculantes mixtos comerciales en cultivo de soja. Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE. Corriente, Argentina.

MASAGRO. 2004. Noctin Azo. *Azospirillum brasilense*. Plegable Técnico. Quito, Ecuador. 2p.

Pérez, C. J. 2009. Extraordinarios resultados en maíz y frijol con biofertilizantes. Disponible en: [http:// www.biofabrica.com.mx /blog/?tag=azospirillum-brasilense](http://www.biofabrica.com.mx/blog/?tag=azospirillum-brasilense).

Perotti, E. B y A. Pidella. 1999. Segunda Reunión Científica Técnica de Biología del suelo, fijación biológica del nitrógeno. FCA – UN de Catamarca. 181 – 184p.

Sala V. M., J. G. Cardenas, De Freitas y A.P.Da Salva. 2007. Wheat genotype response to inoculation of diazotrophic bacterio in field condition pesquisa agropecuario Brasileira 42: 833 – 842.

Steward, W. M. 2001. Fertilizantes y el Ambiente. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 44. pp. 6 -7.

Valencia, T. I. 2013. Efecto de la aplicación de cuatro dosis del biofertilizante Fertibacter en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea Mays L*) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos, Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 73p.