

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

TESIS DE GRADO

Presentado al Centro de Investigaciones y Transferencia de Tecnología,
como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efecto del biofertilizante Fertibacter-Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi.”

AUTOR:

Edison Patricio Palma Mosquera

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Agr. Luis Ponce Vaca

El Ángel - Carchi – Ecuador

2013

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación fruto de mi esfuerzo, dedicación y constancia por alcanzar mis objetivos de superación y llegar a obtener la profesión de Ingeniero Agrónomo lo dedico a:

Mis padres por su apoyo desde el comienzo hasta el final de este objetivo.

Mi esposa y mi hijo por el ánimo, colaboración y empuje brindado para ejecutar este trabajo.

Mis amigos por la voluntad de colaboración en el desarrollo de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el siguiente trabajo de investigación dejo constancia de mis sinceros agradecimientos a las personas e instituciones:

A Dios por haber permitido realizar este trabajo investigativo con la menor dificultad hasta la culminación.

Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica.

A los miembros del CITTE Universidad Técnica de Babahoyo.

INIAP (Programa de Maíz- Santa Catalina) Ing. Agr. Carlos Yáñez.

INIAP- Santa Catalina (LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS) Ing. Agr. Franklin Valverde.

Ing. Agr. Luis Ponce Vaca (DIRECTOR DE TESIS).

A mis padres por su apoyo incondicional y constante.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos Específicos:	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. El cultivo de Maíz	3
2.1.1. Variedades de maíz	4
2.1.2. Requerimientos agronómicos	4
2.2. Fertilización química y orgánica	5
2.2.1. Fertilización química	5
2.2.2. Fertilizante 18-46-00	6
2.2.3. Fertilización Orgánica.	7
2.2.4. Fertibacter maíz	10
II. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación y descripción del área experimental	16
3.2. Material de siembra	16
3.3. Factores estudiados	16
3.4. Métodos	17
3.5. Tratamientos estudiados	17
3.6. Diseño experimental	17
3.7. Análisis de varianza	18
3.8. Características del área del ensayo	18
3.9. Manejo del experimento	19
3.9.1. Análisis de suelos	19
3.9.2. Preparación de suelos	19
3.9.3. Abonadura orgánica	19
3.9.4. Fertilización química	19
3.9.5. Inoculación de la semilla	20
3.9.6. Siembra	20
3.9.7. Control de plagas y enfermedades	20
3.9.8. Deshierba	20

3.9.9. Aporque	20
3.9.10. Cosecha	21
3.10. Datos evaluados	21
3.10.1. Porcentaje de germinación	21
3.10.2. Altura de planta (cm)	21
3.10.3. Altura a la inserción de la mazorca	21
3.10.4. Longitud del choclo	22
3.10.5. Diámetro del choclo	22
3.10.6. Peso de choclo	22
3.10.7. Días a la cosecha	22
3.10.8. Rendimiento kg/ha	22
3.10.9. Análisis económico	22
IV.RESULTADOS	23
4.1. Porcentaje de germinación.	23
4.2. Altura de planta.	24
4.3. Altura a la inserción de la mazorca	26
4.4.- Longitud de la mazorca	27
4.5.- Diámetro de la mazorca	28
4.6.- Peso de la mazorca	29
4.7.- Días a la cosecha	30
4.8. Rendimiento Kg/ha	31
4.9. Análisis económico	32
V.- DISCUSION	34
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
VII.- RESUMEN	39
VIII. – SUMMARY	41
IX.- LITERATURA CITADA	43
X.- ANEXOS	45
10.1. Cuadro 12. Promedios de porcentaje de germinación	46
10.2 Cuadro 13. Análisis de varianza de porcentaje de germinación	46

10.3. Cuadro 14. Promedios de altura a los 60 dds.	47
10.4. Cuadro 15. Análisis de varianza de altura a los 60 días después de la siembra	47
10.5. Cuadro 16. Promedios de altura a los 120 dds.	48
10.6. Cuadro 17. Análisis de varianza de altura a los 120 días después de la siembra	48
10.7. Cuadro 18. Promedios de altura a los 180 dds.	49
10.8. Cuadro 19. Análisis de varianza de altura a los 180 días después de la siembra	49
10.9. Cuadro 20. Promedios de altura a la inserción de la mazorca	50
10.10. Cuadro 21. Análisis de varianza de altura a la inserción de la mazorca	50
10.11. Cuadro 22. Promedios de longitud de la mazorca	51
10.12. Cuadro 23. Análisis de varianza de longitud de la mazorca	51
10.13 Cuadro 24. Promedios de diámetro del choclo	52
10.14. Cuadro 25. Análisis de varianza de diámetro del choclo	52
10.15. Cuadro 26. Promedios de peso del choclo	53
10.16. Cuadro 27. Análisis de varianza del peso de choclo	53
10.17. Cuadro 28. Promedios de días a la cosecha	54
10.18. Cuadro 29. Análisis de varianza de días a la cosecha	54
10.19. Cuadro 30. Promedios de rendimiento Kg / ha	55
10.20. Cuadro 31. Análisis de varianza de rendimiento Kg/ ha	55
10.21. Cuadro 32. Costos fijos por ha	56
Ubicación geográfica del sitio experimental (La Puliza Baja)	57
Análisis del suelos	58
Calculo de requerimiento de fertilización	59
Esquema de tratamientos y repeticiones (DBCA)	60
Imágenes de las actividades realizadas en la investigación	61

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L) es una gramínea originario de México, es el tercer cultivo más importancia en el mundo después del trigo y el arroz en cuanto a volumen de producción. Se estima una producción mundial de 880 millones de toneladas, se comprende la importancia básica a nivel mundial del maíz, no sólo económicamente sino a todos los niveles. Estados Unidos es el mayor productor con cerca del 45% de la producción total mundial.

En el Ecuador el maíz es uno de los cultivos más importantes, ocupando una área de alrededor de 500.000 ha. En la sierra ecuatoriana constituye como el principal cultivo y uno de los elementos básicos en la dieta alimenticia. Este cultivo está localizado en las zonas productoras de la región costa y por todo el callejón interandino, en altitudes que oscilan entre los 500 a 3.000 m.s.n.m.

Las prácticas agronómicas contemporáneas propicia a los agricultores una amplia gama de productos y métodos para mejorar el sector productivo, sin embargo el uso exagerado e inadecuado de productos químicos son los factores que causan una serie de problemas irremediables en el medio ambiente.

Los niveles de rendimientos del maíz son por lo general bajos que en varias ocasiones logran apenas cubrir los costos de producción. Una de las razones de la baja producción es el desconocimiento del manejo agronómico especialmente en la fertilización mineral y orgánica ya que el agricultor incorpora sin tomar en cuenta de un plan de fertilización que requiere el cultivo, para lograr corregir estos errores es conveniente fertilizar en base a un análisis de suelo y los requerimientos necesarios del cultivo.

Los principales problemas que se presenta en el cultivo de maíz es la baja productividad y calidad del grano, a consecuencia de un nivel de fertilización inorgánica y orgánica por debajo de los requerimientos para el cultivo, de tal

manera la presente investigación se basa en evaluar el efecto del Biofertilizante Fertibacter – Maíz en el desarrollo y producción del cultivo de maíz (*Zea mayz L*) al aplicar el Biofertilizante Fertibacter- Maíz el cual mejora las condiciones biológicas del suelo e incrementa el tamaño de las raíces de las plantas de maíz de altura y mejora la extracción de nutrientes del suelo la misma que se aplica en forma directa a la semilla antes de la siembra que contiene bacterias (microorganismos del suelo) del genero *Azospirillum spp* en complementación con fertilización química y orgánica.

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del Biofertilizante Fertibacter-Maíz en el cultivo de Maíz (*Zea mayz L*) en complementación con la fertilización química y orgánica en el cantón Espejo, provincia del Carchi.

1.2. Objetivos Específicos:

1. Identificar el mejor tratamiento tipo de fertilizante y las dosis que mejor complemente al Biofertilizante Fertibacter-Maíz para obtener la mayor producción en el cultivo de maíz.
2. Evaluar el nivel de la producción del maíz en choclo en el sector de San Isidro, provincia del Carchi.
3. Analizar económicamente los tratamientos establecidos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.3. El cultivo de Maíz

INIAP. (2011), describe que en la sierra ecuatoriana el cultivo de maíz es uno de los más importantes debido a la gran superficie destinada a este cultivo y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población rural. La distribución de algunos de los tipos de maíz más cultivados, en las provincias de la sierra se debe a los agricultores. De esta manera en el norte (Carchi, Imbabura y Pichincha) se consume maíces de tipo amarillo harinoso, en la parte central (Chimborazo y especialmente Bolívar) se cultivan los maíces blancos harinosos y en el sur (Cañar y Azuay) el maíz denominado Zhima (blanco amorochado).

Hasta la actualidad han sido reconocidas 29 razas de maíz de las cuales 17 pertenecen a la sierra. Es así que la riqueza genética de esta región del Ecuador ha permitido que el INIAP genere algunas variedades de maíz mejorado.

Según Cronquist, (1988) la clasificación taxonómica del maíz es de la siguiente manera:

Reino: Vegetal
Subreino: Embriobionta
División: Magnoliophyta (Angiospermae)
Clase: Liliopsida (Monocothyledoneae)
Orden: Cyperales
Familia: Poaceae
Género: *Zea*
Especie: *Zea mays* L.

Enciclopedia Práctica de la Agricultura y ganadería (2010), señala la descripción botánica del maíz suave; las partes que componen la planta de maíz son las siguientes: (raíces, tallo, hojas, inflorescencia femenina, inflorescencia masculina, polen, fruto).

Raíces: Son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

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.

Hojas: Son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

Inflorescencia: Son monoicas 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.

Fruto: La mazorca es compacta y está formada por hojas transformadas que en la mayoría de los casos los cubre por completo.

2.3.1. Variedades de maíz

Yáñez. (2007), menciona algunos de los principales tipos de maíz que todavía se cultivan en la sierra del Ecuador como son: cuzco ecuatoriano, canguil ecuatoriano, racimo de uva, chillos huandango, morochon, patillo y kcello y las variedades que sido generadas tales como: chaucho, mishca, blanco blandito, guagal, shima y chulpi.

2.3.2. Requerimientos agronómicos

Según Yáñez. (2007), el cultivo de maíz requiere de una temperatura de 10°C a 20°C, bastante luz solar para desarrollarse. Para que se produzca la germinación de

la semilla la temperatura debe estar entre los 15 a 20°C. En cuanto a los riegos necesita una cantidad considerable de agua (alrededor de 5mm al día), varían a lo largo del cultivo. La fase de crecimiento de la planta es la etapa en la que más cantidad de agua requiere (se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración), esta fase es el periodo más crítico en el crecimiento de la planta porque en esta fase depende el cuajado (formación y llenado del grano) y la cantidad de producción obtenida. Para la fase de engrosamiento y maduración del fruto se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

En lo referente al suelo el maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo que sean profundos, ricos en materia orgánica y tengan buen drenaje para no producir encharques. Referente a la recomendación de fertilización para una fertilización intermedia N-P-K: 80-40-00 se podría aplicar a) 2 sacos de 18-46-00 más 3 sacos de urea; o, b) 3 sacos de 10-30-10 más 3 sacos de urea.

2.4. Fertilización química y orgánica

2.2.1. Fertilización química

Cool. (2010), señala que la fertilización de fondo, se efectúa antes de sembrar, con el objeto de cubrir las necesidades del cultivo. Los fertilizantes que generalmente se utilizan son de solubilidad lenta, para evitar el lavado de nutrientes. Los componentes químicos en el cultivo de maíz actúan de la siguiente manera:

- Nitrógeno

El N es indispensable para el normal desarrollo del maíz; pues interviene en la formación de la clorofila, de las proteínas, vitaminas y fuentes de energía. Su deficiencia provoca el típico síntoma de secado "en V" de las hojas inferiores de la planta. Además forma parte de la materia viva y es un constituyente de los más importantes compuestos y complejos órgano-minerales de la planta como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, amidas y aminos.

La deficiencia de nitrógeno, produce retardo en el crecimiento vegetativo, las hojas adquieren tonalidades que van desde el verde pálido hasta el amarillo, los folíolos se tornan pequeños, con sus nervaduras arrosadas y con tonalidades púrpuras.

- **Fósforo.**

Al contrario del N, el fósforo tiene muy poca solubilidad, lo que obliga a aplicarlo junto con la siembra. Su baja movilidad nos obliga a realizar una fertilización localizada, para ubicarlo en un lugar donde pueda ser alcanzado por las raíces. El fósforo forma parte de los ácidos nucleicos, de los fosfolípidos, de las coenzimas NAD y NADP y lo que es especialmente importante, como parte integrante del ATP. En los tejidos meristemáticos de las regiones de la planta que son sede de un activo crecimiento se encuentran fuertes concentraciones de fósforo.

Según Domínguez (1989), el fósforo participa en el proceso de reproducción y en la constitución genética de las plantas por ser un componente de los ácidos nucleicos. Interviene además en muchas reacciones bioquímicas relacionadas con el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas en las que obra como intermediario, donando o aceptando energía en reacciones específicas.

- **Potasio**

Es raro observar carencia de K en los suelos de las regiones maiceras, pero si el análisis del suelo revela tenores inferiores a 200 ppm de K asimilable, será necesario, para lograr altos rendimientos, complementar con un fertilizante que contenga K. En la planta en desarrollo, la carencia de K se manifiesta en clorosis (amarilla miento) de los bordes de las hojas inferiores. Más tarde produce debilitamiento de los tejidos de las raíces y tallos, posteriormente el deterioro de la caña en la madurez. A diferencia de otros elementos esenciales el potasio no entra en la composición de los constituyentes importantes de los vegetales que se relacionan con el metabolismo como las proteínas, los carbohidratos y la clorofila. Se destaca entre los demás elementos por su movilidad y solubilidad dentro de los tejidos, propiedades que explican, sin dudas, la rapidez con que puede ser reutilizado cuando está deficiente.

2.2.2. Fertilizante 18-46-00

Probiomex, (2012), aduce que el Fosfato Di amónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios

18-46-00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación.

Según Quiminet, 2009. La fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del alimento.

El nitrógeno forma parte de cada célula viva por lo que es esencial en la planta. Generalmente, las plantas requieren de grandes cantidades de nitrógeno para crecer normalmente. El nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y al formar parte de la molécula de la clorofila, está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El nitrógeno forma parte de las vitaminas y de los sistemas de energía de la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman las proteínas; por lo tanto, es directamente responsable del incremento de proteínas en las plantas, y está directamente relacionado con la cantidad de hojas, tallos, etc.

La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cual, como se menciona anteriormente, es esencial en el metabolismo de la planta.

2.2.3. Fertilización Orgánica.

- El humus de lombriz.

Suquilanda (1996), aduce que el humus de lombriz, constituye a muchos agricultores, el mejor abono orgánico del mundo. En efecto varias razones hace que las deyecciones producidas por la lombriz, constituyan un abono de excelente calidad; razones que están ligadas a sus propiedades y composición. El humus de lombriz posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para la vida vegetal; Además también es rico en oligoelementos, los cuales son igualmente esenciales para la vida de todo organismo, por lo cual resulta como un material más completo que los fertilizantes industriales químico- sintéticos, que es capaz de ofrecer a las plantas una alimentación más equilibrada.

Luna, (2010), indica que el “Humus de lombriz”, es un abono orgánico natural, que se obtiene de la acción natural del procesado de materiales orgánicos, utilizando lombrices rojas californianas. El producto obtenido es rico, balanceado y muy fácil de asimilar sus nutrientes y la microflora, por parte de la tierra donde se utiliza. Usado en cientos de cultivos y campos. La eficiencia y las ventajas del Humus son mucho mayores que con otros fertilizantes químicos. Es imposible utilizar durante mucho tiempo fertilizantes químicos, ya que desgastan la tierra sobre la que se utiliza. Por el contrario, el Humus no provoca ese desgaste en la tierra, sino que ayuda a regenerar los terrenos que pueden estar desgastados por los fertilizantes químicos. De esta forma, los productos generados (frutales, cereales, etc.) son considerados ecológicos puros y como tales pueden ser comercializados. Se han efectuado diversos experimentos con dicho “Humus de Lombriz” en diferentes especies vegetales, demostrando un aumento de la cosecha (Kg/ha) comparados con la fertilización química, como se muestra a continuación: los fertilizantes químicos no restauran la estructura y la fertilidad de las tierras, sino que los contaminan con elementos malsanos. Con este método, el estiércol y otros abonos orgánicos se procesan creando el HUMUS, producto que no tiene ningún otro alternativo en la fertilización orgánica. De esta manera, el HUMUS restaura la fertilidad empobrecida de la tierra e incrementa la abundancia específica y cualitativa de su micro flora, que es 100 veces más rica que el micro flora del estiércol y de otros abonos orgánicos.

VERMICUC (2007), destaca que el humus es un abono orgánico procedente de la digestión de la lombriz. El humus de lombriz es el más eficaz de los abonos y su uso es universal. Mejora las características organolépticas de plantas, flores y frutos, es 100% biológico y no provoca nunca problemas de quemaduras –ni siquiera en las plantas más jóvenes y delicadas-, incluso en caso de sobredosificación. Lleva a cabo en el suelo una acción BIODINÁMICA que permite la recuperación de sustancias nutritivas contenidas en el propio suelo y elimina los elementos contaminantes. Favorece la presencia de bacterias y de otros organismos que completan el ciclo de descomposición de la materia orgánica y aportan más nutrientes: potasio, fósforo y productos nitrogenados. Además, el humus contiene enzimas y auxinas (ácido

húmico y ácido fúlvico), sustancias fitoestimulantes que actúan potenciando la flora microbiana del suelo (2,4 billones de colonias/gramo).

El humus actúa como catalizador indispensable que permite que el vegetal pueda asimilar todos los humatos (macro y micro elementos).

- El nitrógeno (N) es el principal nutriente de la planta. Estimula su crecimiento y le da un follaje de color intenso.

- El fósforo (P) favorece el arraigamiento y la floración.

- El potasio (K) refuerza la resistencia contra parásitos y enfermedades.

El humus de lombriz es neutro y crea un medio desfavorable para la proliferación de parásitos. La aportación de humus puede transformar una zona árida en un pasto fértil.

La importancia y las Ventajas del humus sobre otros productos fertilizantes:

- Ecológico: El humus elimina residuos y desperdicios –contaminantes medioambientales- y los transforma en un producto excelente para la agricultura y la jardinería.
- Calidad: Los fertilizantes químicos y los abonos minerales pierden eficacia por inmovilización y lixiviación. Nuestro humus actúa como catalizador para que el vegetal pueda asimilar todos los humatos, optimiza la aportación de nutrientes y permite que el suelo se regenere por sí mismo y recupere la fertilidad.
- Comodidad: El humus de lombriz es inodoro, no mancha ni deja restos al tacto.
- Cuestión de espacio y peso: Todos los sacos de tierras compostadas o de estiércol aportan un porcentaje de humus muy pequeño. El resto de materia es poco asimilable para la planta.
- Caducidad: Es un producto muy estable. Almacenado a la sombra se puede guardar más de dos años. Nuestros envases en sacos de plástico micro perforado garantizan la supervivencia de la flora bacteriana.

- Abuso: El suministro de grandes cantidades de humus nunca puede dañar la tierra, mientras que los fertilizantes químicos o el mal uso del estiércol pueden saturarla y contaminarla.
- Apto para todo tipo de suelos: En suelos alcalinos, el humus desbloquea este tipo de suelos gracias a su gran capacidad de intercambio iónico; le aporta cationes positivos. En suelos arenosos, el humus aumenta la retención de agua y disminuye el lavado de nutrientes. En suelos arcillosos – el humus aumenta la permeabilidad edáfica y la oxigenación y efectos más importantes de la utilización de humus de lombriz:
 - Incremento de producción
 - Aumento de volumen y mejora organoléptica de los frutos
 - Avance de la maduración
 - Aumento del contenido en azúcares
 - Disminución o desaparición de la clorosis
 - Aumento de las yemas florales
 - Reducción o desaparición de las crisis por trasplante, descenso de temperatura o presencia de parásitos.
 - Es importante la aplicación de fertilización foliar de forma orgánica a los cultivos aplicando vióles, purines y te de hierbas para obtener un buen desarrollo y mejor rendimiento de los cultivares.

2.2.4. Fertibacter maíz

Según Dobbelaere, *et al.*, (2001), *Azospirillum* es una bacteria promotora de crecimiento vegetal (PGPR) de vida libre, capaz de ayudar al crecimiento y producción de numerosas especies vegetales; que tiene la habilidad de producir fitohormonas que mejoran el crecimiento radicular, absorción de agua y minerales presentes a lo largo de la producción del cultivo, y en muchos casos en la mayor producción de plantas. Desde su descubrimiento a mediados de 1970, por Dobbelaere, ha demostrado ser una bacteria prometedora debido a que promueve el crecimiento vegetal. En países desarrollados, *Azospirillum* es usado como un inoculante bacterial, solo y junto con otras PGPR y hongos de micorrizas vesículo-

arbusculares. Los extensos estudios genéticos, bioquímicos y de aplicaciones, han demostrado que *Azospirillum*, es uno de los mejores PGPR's.

Caballero, (1998), indica que el aislamiento de la bacteria *Azospirillum* se realiza a partir de suelo rizosférico o de la superficie de las raíces (rizo plano) de numerosas plantas hospedadas; también, se aísla del interior de las raíces o tallos de algunas plantas. El medio de cultivo usado para el aislamiento de las especies de *Azospirillum* es el NFB (nitrogen fixation biological) semigelificado, libre de nitrógeno y con malato como fuente de carbono. En este medio de cultivo, predominantemente, se aíslan cepas de las especies *A. lipoferum* y *A. brasilense*, el medio NFB con algunas modificaciones en su composición y pH permiten el aislamiento predominante de otras especies de *Azospirillum*. Estos medios modificados son usados frecuentemente para evaluar la actividad reductora de acetileno, como indicativo de la fijación de nitrógeno.

Rodríguez y Cáceres, (1982), destacan que el cultivo puro se logra en diferentes medios de cultivo, siendo muy usado el medio Ácido Málico-Rojo Congo, en el cual *A. lipoferum* y *A. brasilense* toman un color rojo escarlata, que permite la diferenciación de otros géneros bacterianos. Aparte del aislamiento directo del potencial de nuevas cepas de *Azospirillum* en varios medios semi-sólidos de nitrógeno libre, un nuevo método simple para aislar cepas de *Azospirillum* de raíces y rizósfera de arroz, está basado en la capacidad de *Azospirillum* para crecer en medio extracto de suelo, este medio reprime el crecimiento de otras bacterias y facilita únicamente el aislamiento de *Azospirillum*.

Tradicionalmente, la fertilización química ha sido utilizada para el desarrollo de diferentes estudios; sin embargo, también existen investigaciones realizadas con organismos vivos (*Azospirillum*) en combinación con fertilizantes químicos; así tenemos: estudios realizados por Caballero-Mellado, *et al* (2000), en México, señalan que la mejor respuesta a la inoculación se presentó en suelos de tipo ligero (arenosos), con niveles intermedios de fertilización en el rango de 45-90 kg N/ha, en

variedades "criollas" de maíz, cuyos resultados fueron dependientes del tipo de suelo, uso y nivel de fertilización. En este estudio redujeron el 50% de la fertilización química nitrogenada.

Elein, *et al.*, (1994), determinaron que la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz, puede disminuirse alrededor del 50% cuando se emplea *Azospirillum brasilense*. Similares resultados obtuvieron Medina y Pino (1992) al inocular *A. brasilense* y *A. lipoferum*, pues sustituyeron no menos del 50 % de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz.

Molina. (2006), aduce que el genoma del genero *Azospirillum* varia en su tamaño desde 4,8 Mbp a 9,7 Mbp entre varias cepas. La invasión de *Azospirillum* a las raíces fue resumida en dos pasos, una de absorción y otra de anclaje. La primera fase de absorción es rápida (un tiempo e exposición de las bacterias de 2 horas en la semilla), débil y reversible, probablemente gobernada por los componentes proteicos bacterianos. La segunda fase es fuerte (alcanza su máximo nivel 16 horas después de la inoculación) es irreversible, la cual parece ser dependiente de un polisacárido extracelular de *Azospirillum*.

Según Yáñez. (2011), la producción agrícola es un elemento fundamental de la economía del país. Este tipo de actividad requiere de fertilización constante para mejorar el rendimiento, sin embargo, la utilización de productos químicos representa una amenaza directa para el ambiente.

Con la finalidad de disminuir el uso de esta clase de fertilizantes, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Iniap) está difundiendo la implementación de un biofertilizante específico para el cultivo de maíz.

Es una tecnología que es utilizada en México, Cuba y Brasil, que emplea los microorganismos naturales benéficos que se encuentran alrededor de los cultivos.

Durante tres años, el equipo de expertos ha realizado la validación del biofertilizante denominado Fertibacter-Maíz en las provincias de la región Sierra. "Se ha probado

en maíz de altura. No se trata de sustituir los químicos, porque aún no hay alternativas para reemplazarlos por completo, pero el objetivo es complementar la fertilización.

Además, han comprobado que con esta innovación ha incrementado el rendimiento de la producción entre un 5% y un 15%. “Con este fertilizante las raíces de la planta se vuelven más fuertes y aumenta su crecimiento para mejorar la capacidad de absorción de nutrientes del suelo.

Otro beneficio en su implementación es la reducción de costos porque se obtiene desde la misma materia orgánica del cultivo.

Absorción de nitrógeno

El género de los microorganismos aprovechados es el *Azospirillum* y permite reutilizar el nitrógeno de la atmósfera. Además, mediante esta técnica orgánica, la liberación de este elemento es más lenta y anula la contaminación, a diferencia de lo que sucede con la aplicación química, que genera mayor lixiviación que afecta al suelo, al agua y a la atmósfera.

Yáñez. (2011), aduce que INIAP desarrolló un nuevo biofertilizante (Fertibacter-Maíz) para mejorar la producción del cultivo de maíz en el Ecuador.

Para la elaboración de este producto se pudo aislar y cuantificar veinte cepas de *Azospirillum* que sirven para estimular el crecimiento de las plantas de maíz. De estas se seleccionaron las mejores para el desarrollo del biofertilizante, entre las que se encuentran dos cepas de Chimborazo y una de la provincia de Bolívar, las cuales fueron las que mejor se adaptaron a los suelos de este cultivo.

El Programa del Maíz, con estas bacterias (microorganismos del suelo) del género *Azospirillum* ha elaborado el Biofertilizante Fertibacter que tiene la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos, estimulando un ensanchamiento y alargamiento de las raíces, lo que repercute en un aumento significativo de la superficie de absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo.

Estas bacterias tienen la habilidad de tomar nitrógeno atmosférico y transformarlo en un nutriente aprovechable por las raíces de las plantas de maíz.

Varios son los beneficios del empleo del Fertibacter, uno de ellos es que es un producto orgánico y amigable con el ambiente.

Es de fácil uso, es decir, los campesinos tradicionales a quienes no les gusta utilizar químicos en sus plantaciones, pueden aplicar este producto ya que no es un químico sino un fertilizante natural que mejora las condiciones biológicas del suelo.

Fertibacter incrementa el tamaño de las raíces de las plantas de maíz de altura, mejora la extracción de nutrientes del suelo, disminuye el costo de producción del cultivo e incrementa el rendimiento entre un 5% al 15%.

El fertilizante no provoca daños a los cultivos cuando se lo aplica, ya que es elaborado con cepas naturales.

INIAP, (2011), describe que Fertibacter-maíz contiene bacterias (microorganismos del suelo) del género *Azospirillum*, las cuales tienen la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos, estimulando principalmente un ensanchamiento y alargamiento de las raíces, lo que aumenta significativamente la superficie de absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo. Esta bacteria tiene la habilidad de tomar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en un nutriente aprovechable para las raíces de las plantas.

Uso del biofertilizante Fertibacter-Maiz.

En un recipiente limpio verter 600 ml (3 tazas de agua), luego colocar 360 g de azúcar (1 taza y media) y agitar hasta que se disuelva completamente. Si no se dispone de azúcar utilizar melaza 360 ml (1 taza y media).

Verter 30 Kg de semilla de maíz sin desinfectar (semilla para 1 hectárea) en un recipiente plástico y colocar el agua con azúcar, mezclar bien hasta que la semilla adquiera un brillo uniforme. Colocar una funda de 300 g de Fertibacter-Maiz en el

recipiente con la semilla (ocupar la funda completa) y mezclar el biofertilizante hasta que quede bien adherido.

Si se utiliza la presentación líquida de Fertibacter-Maíz colocar una funda de 300 ml en 30 Kg de semilla, mezclar e inmediatamente sembrar. Realizar la siembra en las primeras horas de la mañana.

Beneficios del empleo de Fertibacter-Maíz.

-Producto orgánico y amigable con el medio ambiente.

-Accesible para pequeños agricultores.

-Fácil de usar.

-Mejora las condiciones biológicas del suelo.

-Incrementa el tamaño de las raíces de las plantas de maíz de altura y mejora la extracción de los nutrientes del suelo.

-Incrementa el rendimiento del cultivo de maíz.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

- Lugar de investigación: Sector La Puliza Baja.
- Provincia: Carchi.
- Cantón: Espejo.
- Parroquia: San Isidro.
- Altitud: 2900 m.s.n.m
- Longitud Este: 78°01'05"
- Latitud Norte: 00°35'00"
- Precipitación: 500-1000 mm.
- Temperatura: 18-22°C Promedio (Cañadas 1983).
- Clasificación ecológica: bosque húmedo Montano Bajo (bhMB)

3.2. Material de siembra

Nombre común: Maíz

Nombre científico: Zea mays

Variedad: Criollo EPM - 012 Suave

Ciclo fenológico

Desarrollo del cultivo: 6 meses

Inicio de cosecha: 6 meses

Vida económica: 10 meses (grano seco)

3.3. Factores estudiados

Factor A: Variable independiente cultivo de maíz suave variedad EPM -012

Factor B: Fertilizaciones

- Fertilización química total = NPK
- Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)
- Fertilización orgánica total (humus)
- Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante (Fertibacter- Maíz)
- Testigo absoluto sin fertilización

3.4. Métodos

Se emplearon los métodos teóricos: inductivo- deductivo, análisis, síntesis y experimental.

3.5. Tratamientos estudiados

Se estudiaron los cuatro tratamientos de fertilización en comparación con un testigo absoluto sin fertilización, se indican en el siguiente cuadro 1:

Cuadro 1. Tratamientos en el estudio “Efecto del biofertilizante Fertibacter-Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, provincia del Carchi” FACIAG – UTB. 2013

Tratamientos	Productos	Dosis (kg/ha)	
T.1.	Fertilización química total = NPK	60-20-00	50% urea al 46% a los 45 dds
T.2.	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	60-20-00 + 300 cc	50% urea al 46% a los 45 dds
T.3.	Fertilización orgánica total (humus)	5000	
T.4.	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante (Fertibacter- Maíz)	5000 + 300 cc	
T5. (testigo)	Sin fertilización	

3.6. Diseño experimental

Se aplicò el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

3.7. Análisis de varianza

El análisis estadístico de las variables se realizó mediante el análisis de varianza o ADEVA cuyo modelo matemático es el siguiente:

Cuadro 2. Análisis de varianza en el estudio: “Efecto del biofertilizante Fertibacter-Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz

(*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, provincia del Carchi” FACIAG – UTB. 2013

F.V.	G.L.
Total	19
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Error Experimental	12

Una vez obtenida la significancia estadística del efecto del biofertilizante fertibacter-Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz suave variedad EPM-012, se procedió a realizar el Análisis Funcional; aplicando la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidades, obteniendo así la diferencia y clasificación estadística del mejor tratamiento.

3.8. Características del área del ensayo

La unidad experimental es la parcela de cada tratamiento, el total de unidades experimentales son 20.

Tipo de diseño	DBCA
----------------	------

Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	5
Número total de parcelas	20
Distancias entre repeticiones	1 m
Distancias entre tratamientos	1 m
Área total de parcelas	40 m ²
Área total de parcela neta	28,80 m ²
Área total del experimento	1125 m ²

3.9. Manejo del experimento

3.9.1. Análisis de suelos

Las muestras se tomaron de forma aleatoria dentro del área asignada para el desarrollo de la investigación, cuyas muestras fueron homogenizadas para el respectivo análisis químico del suelo, determinados por el INIAP. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental “Santa Catalina”.

3.9.2. Preparación de suelos

- Arada.- Se realizó un acondicionamiento del suelo con maquinaria agrícola, aflojando al suelo a una profundidad de 30- 40 cm aproximadamente.
- Rastra.- A partir de los 15 días de la arada se aplicó la rastra a una profundidad de 20-30cm con la finalidad de aflojar y desmenuzar el suelo.
- Trazado de parcelas.- Se delimito las parcelas con dimensiones de 5m de ancho y 8m de longitud, área total de 40m².

3.9.3. Abonadura orgánica

Se aplicó la abonadura orgánica en relación de una dosis de 5000 kg/ha de humus de lombriz (200g/sitio) en la fase inicial (siembra) como abonadura de fondo en los tratamientos.

3.9.4. Fertilización química

Para lograr un mayor desarrollo fisiológico del cultivo se aplicó fertilizantes químicos como 18-46-00 y urea al 46%. La urea se aplicó el 50% al momento de la siembra y el otro 50% a los 45 días de acuerdo a las recomendaciones del INIAP en dosis 43.48Kg/ha de 18-46-00 N-P-K (1.74g/sitio) +113.4Kg/ha de urea al 46% (4.54g/sitio).

3.9.5. Inoculación de la semilla.

En un recipiente plástico se colocó 2.7 Kg de semilla de maíz suave y seguidamente se añadió 30 cc de biofertilizante Fertibacter-Maiz revolviendo constantemente por 3 minutos hasta que se mezcle bien. Esta actividad se la realizó con anterioridad a la siembra, en la noche.

3.9.6. Siembra

Para la siembra se colocaron 2 semillas por sitio a una profundidad de 3- 4 cm aproximadamente, con distanciamiento de siembra de 0,50 m entre plantas por 0,80 m entre surcos.

3.9.7. Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas como en el caso de gusano del choclo provenientes de la mariposa (*Heliothis zea*) y de la mariposa (*Euxesta eluta*) se aplicó aceite comestible con una dosis de 3 gotas en la punta de la mazorca, en el lugar de la salida de los pelos del choclo (estigmas) con la ayuda de un gotero en tres aplicaciones. La primera cuando una tercera parte de las plantas mostraron sus mazorcas con pelos (30% con floración femenina), la segunda luego de ocho días y la tercera a los quince días de la primera aplicación.

3.9.8. Deshierba

Se realizó una escardilla a los 40 días después de la siembra utilizando azadón y otra a los 70 días cuya finalidad es aflojar el suelo y eliminar las malezas, que permitirá la aireación y oxigenación de las raíces del cultivo.

3.9.9. Aporque

El aporcado se desarrolló manualmente a los 90 días utilizando un azadón, para poder realizar los riegos y además drene el exceso de agua.

3.9.10. Cosecha

Se cosecho las mazorcas en el estado lechoso a los 187 dds siendo este el producto comercial y de consumo.

3.10. Datos evaluados

Para determinar los resultados del efecto del biofertilizante Fertibacter- Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz se procedió la evaluación en 10 plantas elegidas completamente al azar de cada área útil por tratamiento bajo los siguientes datos:

3.10.1. Porcentaje de germinación

Se registró los datos del porcentaje de germinación, al momento del 50% de plantas emergidas en cada tratamiento. Esto se determinó dividiendo el número de plantas emergidas para el número de semillas sembradas y se multiplico por cien en cada parcela.

3.10.2. Altura de planta (cm)

Se evaluó las medidas en cm, a los 60, 120 y 180 días después de la siembra en las diez plantas tomadas al azar del área útil de cada tratamiento. Medidas efectuadas desde la base del tallo hasta el ápice de la planta con la unidad de medida el metro.

3.10.3. Altura a la inserción de la mazorca

Se procedió a medir en cm, a 135 días después de la siembra en las mismas 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental de la variable anterior, por cada tratamiento. Su procedimiento fue desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca, la unidad de medida fue en cm utilizando un flexo metro.

3.10.4. Longitud de la mazorca

Se efectuó las medidas en 10 frutos, de las 10 plantas tomadas al azar, cuyo procedimiento fue desde la base en su inserción con el pedúnculo hasta la parte terminal ápice de la mazorca, la unidad de medida fue en cm utilizando un flexo metro.

3.10.5. Diámetro de la mazorca

Al momento de la cosecha se determinó las medidas de diámetro de la mazorca en los mismos frutos de variable anterior, para este procedimiento se utilizó el calibrador pie de rey aplicando en la parte ecuatorial del fruto cuyo dato se expresó en mm.

3.10.6. Peso de mazorca

Se determinó el peso de la mazorca en (gramos), en los mismos 10 frutos de la variable anterior, tomadas al azar de cada unidad experimental de cada tratamiento, utilizando una balanza gramera.

3.10.7. Días a la cosecha

Se registró los días a la cosecha cuando el grano del fruto estuvo en el estado lechoso y el pelo de la mazorca tenía una coloración negro de acuerdo a la adaptación.

3.10.8. Rendimiento kg/ha

Se realizó pesando las 10 mazorcas cosechados tomados al azar de cada una de las unidades experimentales de cada tratamiento y los resultados están expresados en Kg/ha, se utilizó una balanza.

3.10.9. Análisis económico

Se determinó la utilidad económica en función del rendimiento alcanzado, el valor de la producción y el costo de cada uno de los tratamientos.

IV.RESULTADOS

4.1.- Porcentaje de germinación.

Los valores promedios de porcentaje de germinación se presentan en el Cuadro 3. Realizado el análisis de varianza en los tratamientos se observó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 71,925 % y el coeficiente de variación 10.3 %.

En esta variable se determinó que el mayor porcentaje de germinación lo presentó el tratamiento 5 (testigo), con el 86,63 %, y el menor valor el tratamiento 2, con el 52,38 %.

Cuadro 3. Porcentaje de germinación en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz

en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz

(*Zea*

mayz L) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Porcentaje de germinación (%)
T1	Fertilización química	43.48; 18-46-	68,8 d

	total = NPK	00+113.4; urea 46%	
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	52,4 d
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	81,9 b
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	70 c
T5	Sin fertilización	00	86,63 a
Promedio			71,93
F. cal			**
C.V. (%)			10.3

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey al 5 % de significancia.

4.2.- Altura de planta.

Los valores promedios de altura de planta a los 60, 120 y 180 días después de la siembra se presentan en el Cuadro 4. El análisis de varianza en los tratamientos, no reportó diferencias significativas en altura de planta a los 60, 120 y 180 días. Los promedios generales fueron 26,95; 148,27 y 228,41 cm y los coeficientes de variación 13; 27,7 y 17 %, respectivamente.

En la variable altura de planta a los 60 días después de la siembra, se determinó que el mayor valor lo presentó el tratamiento 4 con la fertilización orgánica + biofertilizante en dosis 5000 +300 cc kg/ha, con 31,7 cm y el menor valor el tratamiento 5 testigo, con 22,3 cm.

En la evaluación de altura de planta a los 120 días después de la siembra, se determinó que el mayor valor lo presentó el tratamiento 4 con fertilización orgánica + biofertilizante en dosis 5000 +300 cc kg/ha, con 177,95 cm y el menor valor el tratamiento 5 testigo 116,17 cm.

En la evaluación de altura de planta a los 180 días después de la siembra, se determinó que el mayor valor lo presentó el tratamiento 4 con fertilización orgánica + biofertilizante en dosis 5000 +300 cc kg/ha, con 249,8 cm y el menor valor el tratamiento 5 testigo 208,91.

Cuadro 4. Altura de planta (cm), a los 60,120 y 180, en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Altura de planta (cm)		
			60 dds	120 dds	180 dds
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	26,96	142,27	221,39
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	27,05	154,4	231,93
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	26,81	150,55	230,05
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	31,68	177,95	249,75
T5	Sin fertilización	00	22,26	116,17	208,91
Promedio			26,95	148,27	228,41
F. cal			ns	ns	ns
C.V. (%)			13	27,7	17

dds: días después de la siembra.

Promedios no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey 5 % de significancia.

4.3.- Altura a la inserción de la mazorca

En el Cuadro 5, se encuentran los valores de altura a la inserción de la mazorca, el análisis de varianza en los tratamientos no presentó diferencias significativas, el promedio general fue 107,91 cm y el coeficiente de variación 23 %.

En esta variable se determinó que el tratamiento 4 fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante alcanzó la mayor altura con 119,05 y el Testigo la menor altura con 94,98 cm.

Cuadro 5. Altura a la inserción de la mazorca en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB.

2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Altura de inserción de mazorca (cm)
--------------	-----------------	---------------	-------------------------------------

T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	102,22
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	116,36
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	106,94
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	119,05
T5	Sin fertilización	00	94,98
Promedio			107,91
F. cal			ns
C.V. (%)			23

Promedios no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey al 5 % de significancia.

4.4.- Longitud de la mazorca

Los valores promedios de longitud de la mazorca, se presentan en el Cuadro 6, donde el análisis de varianza en los tratamientos no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 27,99 cm y el coeficiente de variación 9,43 %.

En esta variable, el tratamiento 2 fertilización química total con 43.48 (kg/ha); 18-46-00+113.4 (kg/ha); urea 46% + biofertilizante + 300 cc presentó el mayor valor 28,94 cm y el menor valor el tratamiento Testigo 26,23 cm.

Cuadro 6. Longitud del choclo en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter -Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Longitud de la mazorca (cm)
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-	27,92

		00+113.4; urea 46%	
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46- 00+113.4; urea 46%	28,94
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	28,17
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	28,68
T5	Sin fertilización	00	26,23
Promedio			27,99
F. cal			ns
C.V. (%)			9,43

Promedios no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey al 5 % de significancia.

4.5.- Diámetro de la mazorca

Los valores promedios de diámetro de la mazorca, se presentan en el Cuadro 7. El análisis de varianza en los tratamientos no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 64,95 mm y el coeficiente de variación 18,02 %.

En cuanto al diámetro del mazorca, se obtuvo que el tratamiento 4 Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante 5000 (kg/ha)+300 cc alcanzo el mayor valor con 68,75 mm mientras que el menor valor lo obtuvo el testigo con 57,98 mm.

Cuadro 7. Diámetro de la mazorca en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter- Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea*

mayz L) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Diámetro de la mazorca (mm)
--------------	-----------------	---------------	-----------------------------

T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	64.95
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	65.33
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	67,75
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	68,75
T5	Sin fertilización	00	57,98
Promedio			64,95
F. cal			ns
C.V. (%)			18,02

Promedios no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey al 5 % de significancia.

4.6.- Peso de la mazorca

Los valores promedios de peso de la mazorca (g/u exp), se presentan en el Cuadro 8, donde el análisis de varianza en los tratamientos no obtuvo diferencias significativas, el promedio general fue 3003, 47(g /u exp) y el coeficiente de variación 29,7 %.

En la variable de peso del mazorca, el mayor valor se obtuvo en el tratamiento 4 con la fertilización orgánica total + biofertilizante en dosis 5000 (kg/ha)+ 300 cc con 3394,5 (g /u exp), siendo el tratamiento Testigo, el que presentó el menor valor, con 2383,13 (g /u exp).

Cuadro 8. Peso del mazorca en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter- Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Rendimiento (g/u exp)
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	2962,2
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	3115,5
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	3162
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	3394,5
T5	Sin fertilización	00	2383,13
Promedio			3003,47
F. cal			ns
C.V. (%)			29,7

Promedios no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey al 5 % de significancia.

4.7.- Días a la cosecha

Los valores promedios de días a la cosecha, se presentan en el Cuadro 9. El análisis de varianza en los tratamientos no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 185,87 días y el coeficiente de variación 0,6 %.

En cuanto a los días a la cosecha, se observa que existe diferencia entre los tratamientos de 1 día.

Cuadro 9. Días a la cosecha en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter- Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Días a la cosecha
--------------	-----------------	---------------	-------------------

T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	185,95
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	186,08
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	185,28
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	185,9
T5	Sin fertilización	00	186,13
Promedio			185,87
F. cal			ns
C.V. (%)			0,6

Promedios no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey al 5 % de significancia.

4.8. Rendimiento Kg/ha

Los valores promedios de rendimiento (kg/ha), se presentan en el Cuadro 10, donde el análisis de varianza en los tratamientos no obtuvo diferencias significativas, el promedio general fue 15012,5 kg/ha y el coeficiente de variación 29,7 %.

En la variable rendimiento el mayor valor lo obtuvo el tratamiento 4 fertilización orgánica total (humus) + biofertilizante 5000kg/ha + 300 cc con un valor de 16937,5 y el menor valor lo obtuvo el tratamiento 5 (testigo) con un valor de 11925.

Cuadro 10. Rendimiento Kg/ha en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter- Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013.

	Rendimiento
--	--------------------

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Kg/ha
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	14825
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	15562,5
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	15812,5
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	16937,5
T5	Sin fertilización	00	11925
Promedio			15012,5
F. cal			ns
C.V. (%)			29,7

Promedios no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Tukey al 5 % de significancia.

4.9. Análisis Económico

En esta variable se determinó que el mayor costo de producción lo obtuvieron los tratamientos 3 y 4 con fertilización orgánica total (humus) y fertilización orgánica total(humus) mas biofertilizante en dosis de 5000Kg/ha mas 300 cc con un valor de \$ 1867.15 y el menor valor el testigo con \$ 1267.15.

El mayor beneficio neto lo reporto el tratamiento 2 fertilización química total + biofertilizante (Fertibacter-Maiz), en dosis de 43.48Kg/ha de 18-46-00 y 113.4 Kg/ha de urea al 46%, con \$ 1726.9 debido al menor costo de producción, durante la investigación.

En el Cuadro 11, se presenta el análisis económico del rendimiento del cultivo de maíz suave, en función del costo de los tratamientos.

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis kg/ha	Rend. kg/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)
					Fijos	Variables	Total	
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	14825	2965	1267.15	118.5	1385.65	1579.4
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	15562.5	3112.5	1267.15	118.5	1385.65	1726.9
T3	Fertilización	5000	15812.5	3162.5		600.00	1867.15	1295.4

	orgánica total (humus)				1267.15			
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000 + 300 cc	16937.5	3387.5	1267.15	600.00	1867.15	1520.4
T5	Testigo	00	11925	2385	1267.15	00	1267.15	1117.9

Costo del choclo = \$ 0.20

Humus = \$ 0.12 (Kg)

18-46 – 00 = \$ 0.90 (Kg)

Urea al 46 % = \$ 0.70 (Kg)

V.- DISCUSION

De los resultados obtenidos en el presente ensayo: “Efecto del biofertilizante Fertibacter- Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi”, se señala lo siguiente:

En lo que respecta a la variable porcentaje de germinación, se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presumiendo que los motivos fueron la no desinfección de la semilla en vista de que *Azospirillum* no resiste o sobrevive a la aplicación de la mayoría de productos inorgánicos y también

a las reacciones químicas que se dieron después del momento de la siembra en algunos sitios de siembra, motivos que pudieron dañar la semilla.

En las alturas de planta a los 60, 120 y 180 días después de la siembra, sobresalieron los promedios con la aplicación de Humus en dosis de 5000 kg/ha + biofertilizante Fertibacter- Maíz concordando con lo que menciona Luna (2010) que el humus de lombriz aumenta la producción Kg/ha incluso superando a la fertilización química.

En la variable altura a la inserción de la mazorca, los resultados más altos se reflejaron en la aplicación de Fertibacter-Maíz coincidiendo con la descripción de Yáñez (2011), que *Azospirillum* tiene la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos, estimulando un ensanchamiento y alargamiento de las raíces, lo que repercute en un aumento significativo de la superficie de absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo.

Estas bacterias tienen la habilidad de tomar nitrógeno atmosférico y transformarlo en un nutriente aprovechable por las raíces de las plantas de maíz.

En lo referente a la longitud de la mazorca los mejores resultados lo presentaron la fertilización química y orgánica + el biofertilizante Fertibacter –Maíz coincidiendo con lo mencionan Caballero-Mellado, *et al* (2000), que la fertilización química ha sido utilizada para el desarrollo de diferentes estudios; sin embargo, también existen investigaciones realizadas con organismos vivos (*Azospirillum*) en combinación con fertilizantes químicos; señalan que la mejor respuesta a la inoculación se presentó en suelos de tipo ligero (arenosos), con niveles intermedios de fertilización en el rango de 45-90 kg N/ha, en variedades "criollas" de maíz, cuyos resultados fueron dependientes del tipo de suelo, uso y nivel de fertilización. En este estudio redujeron el 50% de la fertilización química nitrogenada.

En la variable diámetro de la mazorca se reflejaron ligeras diferencias en los promedios de los cuatro primeros tratamientos con fertilizaciones química y orgánica frente al testigo sin fertilización concordando con Quiminet, 2009. La fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del alimento.

En cuanto al peso de la mazorca en (g) destacaron los tratamientos con fertilización orgánica más la inoculación de *Azospirillum* de acuerdo con Yáñez. (2011), aduce que INIAP desarrolló un nuevo biofertilizante (Fertibacter-Maíz) para mejorar la producción del cultivo de maíz en el Ecuador. El Programa del Maíz, con estas bacterias (microorganismos del suelo) del género *Azospirillum* ha elaborado el Biofertilizante Fertibacter que tiene la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos, estimulando un ensanchamiento y alargamiento de las raíces, lo que repercute en un aumento significativo de la superficie de absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo.

Estas bacterias tienen la habilidad de tomar nitrógeno atmosférico y transformarlo en un nutriente aprovechable por las raíces de las plantas de maíz.

Varios son los beneficios del empleo del Fertibacter, uno de ellos es que es un producto orgánico y amigable con el ambiente.

Es de fácil uso, es decir, los campesinos tradicionales a quienes no les gusta utilizar químicos en sus plantaciones, pueden aplicar este producto ya que no es un químico sino un fertilizante natural que mejora las condiciones biológicas del suelo.

Fertibacter incrementa el tamaño de las raíces de las plantas de maíz de altura, mejora la extracción de nutrientes del suelo, disminuye el costo de producción del cultivo e incrementa el rendimiento entre un 5% al 15%.

En lo que respecta a los días a la cosecha se establecieron ligeras diferencias de precocidad entre los tratamientos siendo el tratamiento 3 fertilización orgánica total (humus) el más precoz con 185.28 y el tratamiento 5 testigo 186.13 el más tardío.

En la variable rendimiento Kg/ha se obtuvo los más altos rendimientos en los tratamientos con fertilización orgánica siendo el mejor el inoculado con Fertibacter-Maiz con 16937.5 Kg/ha coincidiendo con INIAP, (2011), sobre los beneficios del empleo de Fertibacter-Maiz como:

-Mejora las condiciones biológicas del suelo.

-Incrementa el tamaño de las raíces de las plantas de maíz de altura y mejora la extracción de los nutrientes del suelo.

-Incrementa el rendimiento del cultivo de maíz.

En lo que respecta al análisis económico, los dos tratamientos que se aplicaron fertilización química presentaron beneficios netos rentables superiores frente a los tratamientos con fertilización orgánica, la razón fue el menor valor en los costos de producción variables, a pesar de que estos últimos alcanzaron un mayor rendimiento.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según el análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

- El cultivo de maíz, variedad "EPM-012", mostró una producción aceptable que si dejo rentabilidad económica entre los tratamientos a pesar del costo bajo por Kg de choclo, en la zona la Puliza Baja, cantón Espejo, provincia del Carchi.

- Los tratamientos que se utilizaron fertilización química y orgánica con biofertilizante y sin biofertilizante, mostraron resultados superiores en comparación con el tratamiento Testigo.
- La variable porcentaje de germinación fue la única que reporto diferencias altamente significativas frente a las demás variables.
- La mayor altura de planta a los 60 y 120 y 180 días lo obtuvo el tratamiento 4, fertilización orgánica total + biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc.
- El mayor promedio de altura a la inserción de la mazorca fue el tratamiento 4 fertilización orgánica total + biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 119.05 cm.
- El mayor promedio de longitud de la mazorca lo presentó el tratamiento 2 fertilización química total+ biofertilizante en dosis de 43.48Kg/ha de 18-46-00 y 113.4Kg/ha de urea al 46% con 28.94 cm.
- Respecto a la variable diámetro de la mazorca presentó el mayor valor el tratamiento 4 fertilización orgánica total (humus) + biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 68.8 mm.
- El mayor promedio de peso de la mazorca en gramos lo registro el tratamiento 4 fertilización orgánica total (humus)+ biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 3394.5 g.
- La variable días a la cosecha registro un máximo de 1 día de diferencia entre tratamientos siendo el más precoz el tratamiento 3 fertilización orgánica total (humus) y el más tardío el tratamiento 5 (testigo).
- Respecto al rendimiento Kg/ha alcanzo el mayor valor el tratamiento 4 fertilización orgánica total (humus) + biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 16937.5Kg/ha.

- En cuanto al análisis económico se observó que el tratamiento 2 fertilización química total+ biofertilizante en dosis de 43.48Kg/ha de 18-46-00 y 113.4Kg/ha de urea al 46% con un rendimiento de 15582.5Kg/ha, obtuvo el mayor beneficio neto con \$ 1726.9

Por lo expuesto se recomienda:

- Aplicar fertilización química total+ biofertilizante en dosis de 43.48Kg/ha de 18-46-00 y 113.4Kg/ha de urea al 46% para un requerimiento de fertilización media de 60–20-00 NPK en el cultivo de maíz suave por el mayor beneficio neto demostrado en la presente investigación.
- Realizar cultivos de maíz suave utilizando biofertilizante Fertibacter-Maiz ya que incrementa el rendimiento en Kg/ha y por consiguiente una mayor rentabilidad económica.
- Continuar con la investigación, probando otras variedades de maíz suave y otros tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en las zonas maiceras de la provincia del Carchi.

VII.- RESUMEN

La presente investigación se realizó en la zona denominada la “Puliza Baja” de la Parroquia San Isidro, perteneciente al Cantón Espejo, Provincia del Carchi, con coordenadas geográficas 00° 35’00” de latitud norte, 78° 01’ 05” de longitud este y a una altitud de 2.900 msnm. Se utilizó como material genético, la semilla de maíz suave variedad criollo “EPM-012”. Los tratamientos estuvieron constituidos por fertilización química total, fertilización química total + biofertilizante en dosis de 43.48Kg/ha de 18-46-00 y 113.4Kg/ha de urea al 46% + 300 cc de biofertilizante por

30Kg de semilla de maíz suave; fertilización orgánica total (humus), fertilización orgánica total (humus) + biofertilizante en dosis de 5000Kg/ha de humus + 300 cc de biofertilizante Fertibacter-Maiz por 30 Kg de semilla de maíz suave y un testigo absoluto sin fertilización. Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Todas las variables fueron sometidas a la prueba de Rangos Múltiples de Tukey al 5%.

Se realizó el respectivo análisis del suelo del área utilizada en el experimento, todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo para su normal desarrollo, como preparación del suelo, surcado, abonadura (humus), fertilización química de inicio y fertilización química de complementación con urea al 46% a los 45 dds, inoculación de la semilla (Fertibacter – Maiz) , siembra, control de malezas (deshierba manual), aporque, control fitosanitario (control de plagas de la mazorca con aceite comestible), y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos se tomaron los siguientes datos: porcentaje de germinación, altura de la planta a los 60, 120,180 dds, altura a la inserción de la mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, peso de la mazorca, días a la cosecha, rendimiento Kg/ha y análisis económico.

Por los resultados experimentales se concluye que el cultivo de maíz suave, variedad “EPM-012”, mostró un rendimiento y una rentabilidad aceptable en la zona de Espejo, provincia del Carchi; los tratamientos que se utilizaron fertilizaciones química y orgánicas mas biofertilizante, mostraron resultados superiores en comparación con el tratamiento Testigo; la variable porcentaje de germinación reporto diferencias altamente significativas, en los tratamientos estudiados; la mayor altura de planta a los 60 ,120 y 180 días lo obtuvo la fertilización orgánica total + biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc.

El mayor promedio de altura a la inserción de la mazorca alcanzo la fertilización orgánica total + biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 119.05 cm; el mayor promedio de longitud la mazorca alcanzo la fertilización química total+ biofertilizante en dosis de 43.48Kg/ha de 18-46-00 y 113.4Kg/ha de urea al 46% +

300 cc con 28.94 cm ; respecto a la variable diámetro de la mazorca, sobresalió la fertilización orgánica total+ biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 68.75 mm.

El mayor rendimiento de peso de la mazorca en gramos lo registro la fertilización orgánica total+ biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 3394.5 g; en cuanto a los días a la cosecha hubo una mínima diferencia de 1 día entre los tratamientos siendo el más precoz el tratamiento tres fertilización orgánica total (humus) con 185.3 y más tardío el tratamiento testigo con 186.1; en el rendimiento Kg/ha alcanzo el mayor valor la fertilización orgánica total (humus)+ biofertilizante en dosis de 5000 Kg/ha y 300 cc, con 16937.5Kg/ha; y en cuanto al análisis económico se observó que la fertilización química total+ biofertilizante en dosis de 43.48Kg/ha de 18-46-00 y 113.4Kg/ha de urea al 46% + 300 cc, obtuvo el mayor beneficio neto con \$ 1726.9.

Por lo expuesto se recomienda aplicar fertilización química total+ biofertilizante en el cultivo de maíz suave variedad criollo "EPM-012" por el mayor beneficio neto alcanzado en la presente investigación; continuar con la investigación, probando otras variedades de maíz suave y otros tipos de fertilizaciones químicas y orgánicas dentro de la zona de investigación y otras zonas maiceras de la provincia del Carchi.

VIII. – SUMMARY

This research was conducted in the area called the " Puliza Baja " San Isidro Parish , belonging to the Canton Espejo, Carchi Province , with geographic coordinates $00^{\circ} 35'00''$ N , $78^{\circ} 01' 05''$ in length this at an altitude of 2,900 meters. Soft corn seed variety criollo " EPM- 012 " was used as the genetic material . Treatments were made

by total chemical fertilization, total chemical fertilizer + biofertilizer doses 113.4Kg/ha 43.48Kg/ha of 18-46-00 and urea 46 % + 300 cc of biofertilizer per 30Kg soft corn seed ; Total organic fertilizer (humus) , total organic fertilization (humus) + biofertilizer 5000Kg/ha dose of humus biofertilizer + 300 cc Fertibacter - Maiz 30 Kg seed sweet corn and absolute control without fertilization. The experimental design of Randomized Complete Block (RCBD) with five treatments and four repetitions . All variables were subjected to multiple range test of Tukey at 5%.

The respective soil test of the area used in the experiment, all agricultural tasks necessary in the culture for normal development , such as land preparation, trenching, Fertilisation (humus) , chemical fertilization Home and chemical fertilization complementation with urea was performed to 46 % at 45 dds , seed inoculation (Fertibacter - Maiz) , planting , weed control (manual weeding) , hilling , phytosanitary control (control of pests of the cob with edible oil) , and harvesting. Germination percentage , plant height at 60, 120.180 dds, height at ear position , ear length , ear diameter , cob weight : To estimate the effects of the following treatments were taken , days to harvest , yield Kg / ha and economic analysis.

By experimental results it is concluded that growing sweet corn variety " EPM- 012 " showed acceptable performance and profitability in the Mirror, Carchi , chemical treatments and organic biofertilizer more fertilizations were used, showed higher compared to the Witness treatment results, the variable germination percentage reported highly significant differences in the treatments , the highest plant height at 60, 120 and 180 days he gained full organic fertilizer + biofertilizer doses of 5000 Kg / ha and 300 cc .

The highest average height at ear position reached the total organic fertilizer + biofertilizer doses of 5000 Kg / ha and 300 cc , with 119.05 cm , the highest average length cob reached the total chemical fertilizer + biofertilizer doses of 43.48 kg / ha of 18-46-00 and urea 113.4Kg/ha 46 % + 300 cc with 28.94 cm; respect to the variable diameter of the cob, excelled total organic fertilization + biofertilizer doses of 5000 kg / ha and 300 cc , with 68.75 mm.

The highest yield weight cob in grams you record the total organic fertilizer + biofertilizer doses of 5000 Kg / ha and 300 cc , with 3394.5 g , in terms of days to harvest was a minimum difference of one day between treatments being the earliest treatment three total organic fertilization (humus) with 185.3 and later the control treatment with 186.1 ; performance Kg / ha reached the highest value of total organic fertilization (humus) + biofertilizer doses of 5000 Kg / ha 300 cc , with 16937.5Kg/ha , and in economic analysis chemical fertilizers in total + biofertilizer doses 113.4Kg/ha 43.48Kg/ha of 18-46-00 and urea was observed 46 % + 300 cc , had the highest net profit to \$ 1726.9 .

For these reasons it is recommended to apply chemical fertilizer total + biofertilizer in the cultivation of corn soft criollo variety " EPM- 012 " by the higher net profit achieved in the present investigation , continued research , testing other varieties of sweet corn and other types of fertilizations chemical and organic within the area of research and other maize growing areas of the province of Carchi.

IX.- LITERATURA CITADA

Cool C, 2010. "Evaluación del Biofertilizante a base de cepas de (*Azospirillum spp*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Variedad INIAP – 101, en complemento con tres tipos de fertilización, en el sector Ainche, provincia de Chimborazo". Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda - Ecuador.

Dobbelaere, *et al.*, 2001. Fertibacter – Maíz. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672006000100002&script=sci_arttext

Elein Ferry, *et al.*, 1994. La fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz. Disponible en: <http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2000-2/TOMATE.htm>

Enciclopedia de la Agricultura y Ganadería 2010. Descripción Botánica del Maíz Suave. Barcelona España.

INIAP, 2011. El maíz suave en la sierra ecuatoriana. Programa de Leguminosas y granos Andinos. Estación experimental Santa Catalina. INIAP. Quito - Ecuador

Luna, L. 2010. El humus de lombriz. “Evaluación de la producción de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa W*) en función a la abonadura orgánica en el sector manzano - Guarangui provincia Imbabura”. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel- Carchi. Disponible en: <http://repositorio.utb.edu.ec:8080/bitstream/123456789/98/1/FINAL%20Tesis%20de%20quinua%20Luis%20luna%20UTB%2020011..pdf>

Mellado, *et al.*, 2000. Biofertilización con *Azospirillum Brasilense* en el cultivo de sorgo, en el norte de México (año 2006).

Probiomex, 2012. Fertilizante 18-46-00. Disponible en: <http://www.probiomex.com/>
Quiminet. 2009. La fertilidad del Suelo. Disponible en: <http://www.quiminet.com/>

Rodríguez y Cáceres, 1982. Efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilense* sobre la germinación y el crecimiento de *Nierembergia linariaefolia* buenos Aires Argentina.

Suquilanda M, 1996. Agricultura orgánica. Manual de fertilización orgánica. Fundagro. Ediciones UPS Quito Ecuador. P 142.

VERMICUC® vermicompost- humus, 2007. Elaborado por Valfogona de Ripollés. Barcelona. Disponible en:

<http://www.vermicuc.com/humus/humus-natural.htm>

Yáñez C, Clavijo F, Cool A. Biofertilizante Fertibacter – Maíz. Plegable No. 320. Programa de maíz. Estación Experimental Santa catalina, INIAP, Quito, Ecuador.

ivos

Cuadro 12. Promedios de porcentaje de germinación en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB.

2013.

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total	43.48; 18-	60.5	78	61	

	= NPK	46-00+113.4; urea 46%				75.5
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	45.5	42.5	63.5	58
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	80	78.5	89	80
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	71	73	71	65
T5	Sin fertilización	00	89.5	88.5	81	87.5

Cuadro 13. Análisis de varianza de porcentaje de germinación en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi”

FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	3553.1375			
Tratamientos	4	2844.325	711.08125	12.94493116 ^{**}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	49.6375	16.54583333	0.301209846 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	659.175	54.93125		

Cuadro 14. Promedios de altura de planta a los 60 dds en el “Efecto del biofertilizante

Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB.

2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Repeticiones
--------------	-----------------	--------------

		Dosis (kg/ha)				
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	25.8	26.4	33.5	22.15
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	30.2	21	28.9	28.1
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	26.45	26.15	28.7	25.95
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	35.7	31.1	37.5	22.4
T5	Sin fertilización	00	21.5	19.4	24.8	23.35

Cuadro 15. Análisis de varianza de altura de planta a los 60 dds en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi”

FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	453.69			
Tratamientos	4	177.31	44.33	3.64 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	130.03	43.34	3.56 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	146.35	12.19		

Cuadro 16. Promedios de altura de planta a los 120 dds en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi”

FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilización	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	137.74	172	163.06	96.28
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	178.81	91.79	194.32	152.66
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	151.6	130.33	175.94	144.31
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	237.64	173.97	204.835	95.35
T5	Sin fertilización	00	84.45	57.68	162.97	159.59

Cuadro 17. Análisis de varianza de altura de planta a los 120 dds en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi”

FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	38243.3			
Tratamientos	4	7958.78	1989.7	1.18 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	9990.84	3330.28	1.97 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	20293.70	1691.14		

Cuadro 18. Promedios de altura de planta a los 180 dds en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y

orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	204.04	261.63	226.62	193.28
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	265.68	175.12	253.65	233.27
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	245.34	214.2	242.2	218.46
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	292.25	254.9	271.35	180.5
T5	Sin fertilización	00	186	148.83	252.62	248.19

Cuadro 19. Análisis de varianza de altura de planta a los 180 dds en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	26627.49			
Tratamientos	4	3599.88	899.97	0.60 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	5166.02	1722.01	1.16 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	17861.59	1488.47		

Cuadro 20. Promedios de altura a la inserción de la mazorca en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	94.67	123.34	110.06	80.79
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	136.92	79.15	131.47	117.91
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	119.19	100.22	108.51	99.83
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	146.74	116.07	133.51	79.89
T5	Sin fertilización	00	76.24	53.74	125.19	124.73

Cuadro 21. Análisis de varianza de altura a la inserción de la mazorca en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	26627.49			
Tratamientos	4	1585.17	396.29	0.65 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	2355.11	785.04	1.29 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	7322.76	610.23		

Cuadro 22. Promedios de longitud de la mazorca (cm) en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y

orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	24.98	30.78	28.08	27.85
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	31.36	27.79	29.37	27.24
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	29.76	27.08	27.55	28.28
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	29.09	30.23	29.86	25.54
T5	Sin fertilización	00	25.72	21.29	27.85	30.06

Cuadro 23. Análisis de varianza de longitud de la mazorca (cm) en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	26627.49			
Tratamientos	4	18.05	4.5125	0.65 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	3.45	1.15	0.17 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	83.55	6.9625		

Cuadro 24. Promedios de diámetro de la mazorca (mm) en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y

orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	72.9	48.2	69	69.7
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	66	78.5	63.3	53.52
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	79.1	73.3	69.7	48.9
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	68.6	67.6	74.3	64.5
T5	Sin fertilización	00	54.4	41	63.1	73.4

Cuadro 25. Análisis de varianza de diámetro de la mazorca (mm) en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	2118.61			
Tratamientos	4	284.30	71.08	0.52 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	191.30	63.77	0.47 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	1643.01	136.92		

Cuadro 26. Promedios de peso de la mazorca (g) en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el

cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	2893.3	3952.5	2585	2418
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	3720	2232	3255	3255
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	3208.5	3022.5	3487.5	2929.5
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	4417.5	3627	3394.5	2139
T5	Sin fertilización	00	1767	930	3115.5	3720

Cuadro 27. Análisis de varianza de peso de la mazorca (g) en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	12590424.7			
Tratamientos	4	2308352.16	577088.04	0.72 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	705984.58	235328.19	0.29 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	9576087.97	798007.33		

Cuadro 28. Promedios de días a la cosecha en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el

cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	185.6	187	185.6	185.6
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	185.6	187	184.7	187
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	185.6	186.2	182.3	187
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	187	187	184.7	184.9
T5	Sin fertilización	00	187	184.9	185.6	187

Cuadro 29. Análisis de varianza de días a la cosecha en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	28.13			
Tratamientos	4	1.9	0.475	0.38 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	11.18	3.73	2.97 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	15.08	1.26		

Cuadro 30. Promedios de rendimiento Kg/ha en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Tratamientos	Fertilizaciones	Dosis (kg/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	IV
T1	Fertilización química total = NPK	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	14500	19750	12950	12100
T2	Fertilización química total + Biofertilizante (Fertibacter-Maíz)	43.48; 18-46-00+113.4; urea 46%	18500	11150	16300	16300
T3	Fertilización orgánica total (humus)	5000	16050	15100	17450	14650
T4	Fertilización orgánica total (humus) + Biofertilizante	5000	22100	18000	16950	17000
T5	Sin fertilización	00	8850	4650	15600	18600

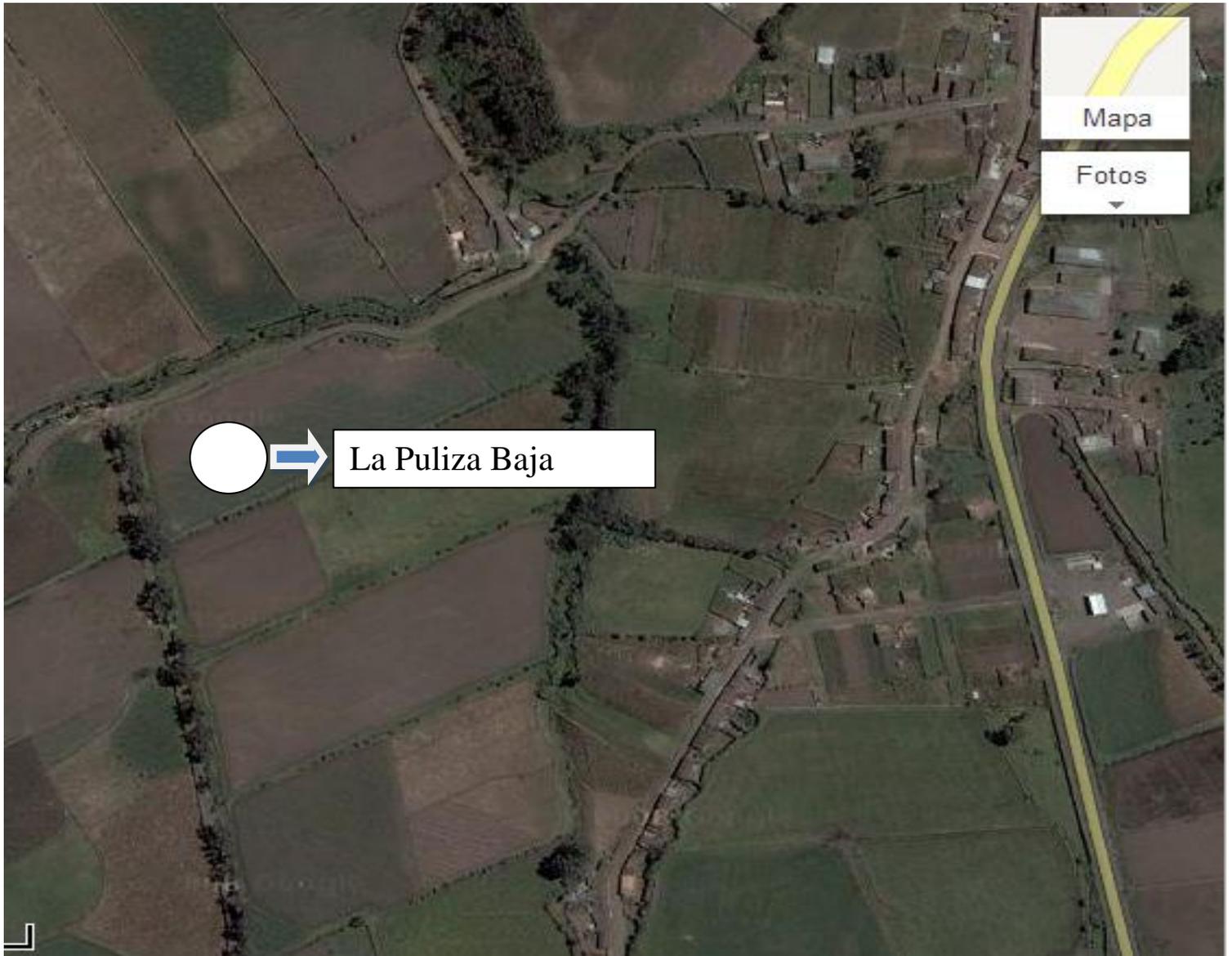
Cuadro 31. Análisis de varianza de rendimiento en Kg/ha en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mayz L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab. 0.05 – 0.01
Total	19	313079375			
Tratamientos	4	56863750	14215937.5	0.72 ^{ns}	4.20 – 5.50
Repeticiones	3	18078375	6026125	0.30 ^{ns}	3.77 – 5.04
Error Experimental	12	238137250	19844770.83		

Cuadro 32. Costos fijos (ha) en el “Efecto del biofertilizante Fertibacter- Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) en el cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG, UTB. 2013

Descripción	Unidad Medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Preparación del terreno				
Arada	pases	1	40.00	40.00
Rastra	pases	3	25.00	75.00
Siembra				
Semilla	Kg	27	1.6	43.2
Surcado	pases	1	25.00	25.00
siembra	jornales	7	10.00	70.00
Incorporación de fertilizante y humus	jornales	7	10.00	70.00
Labores culturales				
Deshierba	jornales	16	10.00	160
Aporque	Jornales	6	10.00	60.00
Fertilización	Jornales	8	10.00	80.00
Control fitosanitario				
Aceite comestible	Litro	3.5	2.50	8.75
Aplicación de aceite	jornales	12	10.00	120.00
Cosecha				
Recolección del choclo	jornales	20.00	10.00	200.00
Empaques	Unidades	200.00	1.00	200.00
Subtotal				1151.95
Imprevistos 10 %				115.2
Total				1267.15

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO EXPERIMENTAL





ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"

LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS

Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



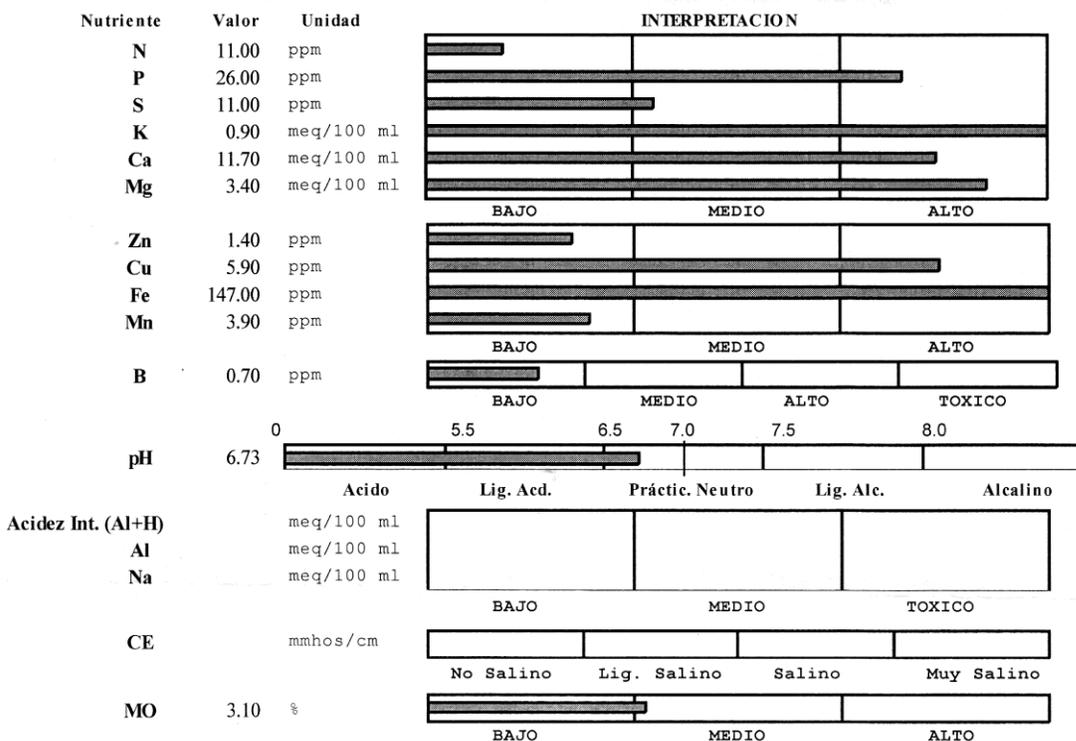
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : EDISON PALMA M.
Dirección : SAN ISIDRO
Ciudad :
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : LA PULIZA BAJA
Provincia : CARCHI
Cantón : ESPEJO
Parroquia : SAN ISIDRO
Ubicación :

DATOS DEL LOTE
Cultivo Actual : MAÍZ
Cultivo Anterior : MAÍZ
Fertilización Ant. :
Superficie :
Identificación : M 1

PARA USO DEL LABORATORIO
N° Reporte : 2.486
N° Muestra Lab. : 46146
Fecha de Muestreo : 12/04/2012
Fecha de Ingreso : 13/04/2012
Fecha de Salida : 25/04/2012



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
3,4	3,8	16,8	16,0						

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]
LABORATORISTA

CALCULO DE REQUERIMIENTO DE FERTILIZACIÓN

Requerimiento → 60 – 20 – 00 Formula aplicada 18 - 46 - 00 N-P-K

Calculo del fosforo.

$$46 \rightarrow 100 = 100 \times 20 / 46 = 43.47 \text{ Kg}$$

$$20 \quad \times$$

Calculo de nitrógeno

$$100 \rightarrow 18 = 43.47 \times 18 / 100 = 7.8 \text{ Kg}$$

$$43.47 \quad \times$$

$$60 \text{ Kg} - 7.8 \text{ Kg} = 52.18 \text{ Kg de nitrógeno}$$

22.18 Kg urea en la siembra.

$$100 \rightarrow 46 = 100 \times 22.18 / 46 = 48.217 \text{ Kg de urea} \times 1.000 \text{ g} / 25000 \text{ sitios}$$

$$\times 22.18 \quad \quad \quad = 1.93 \text{ g/ sitio a la siembra.}$$

30 Kg urea a los 45 dds.

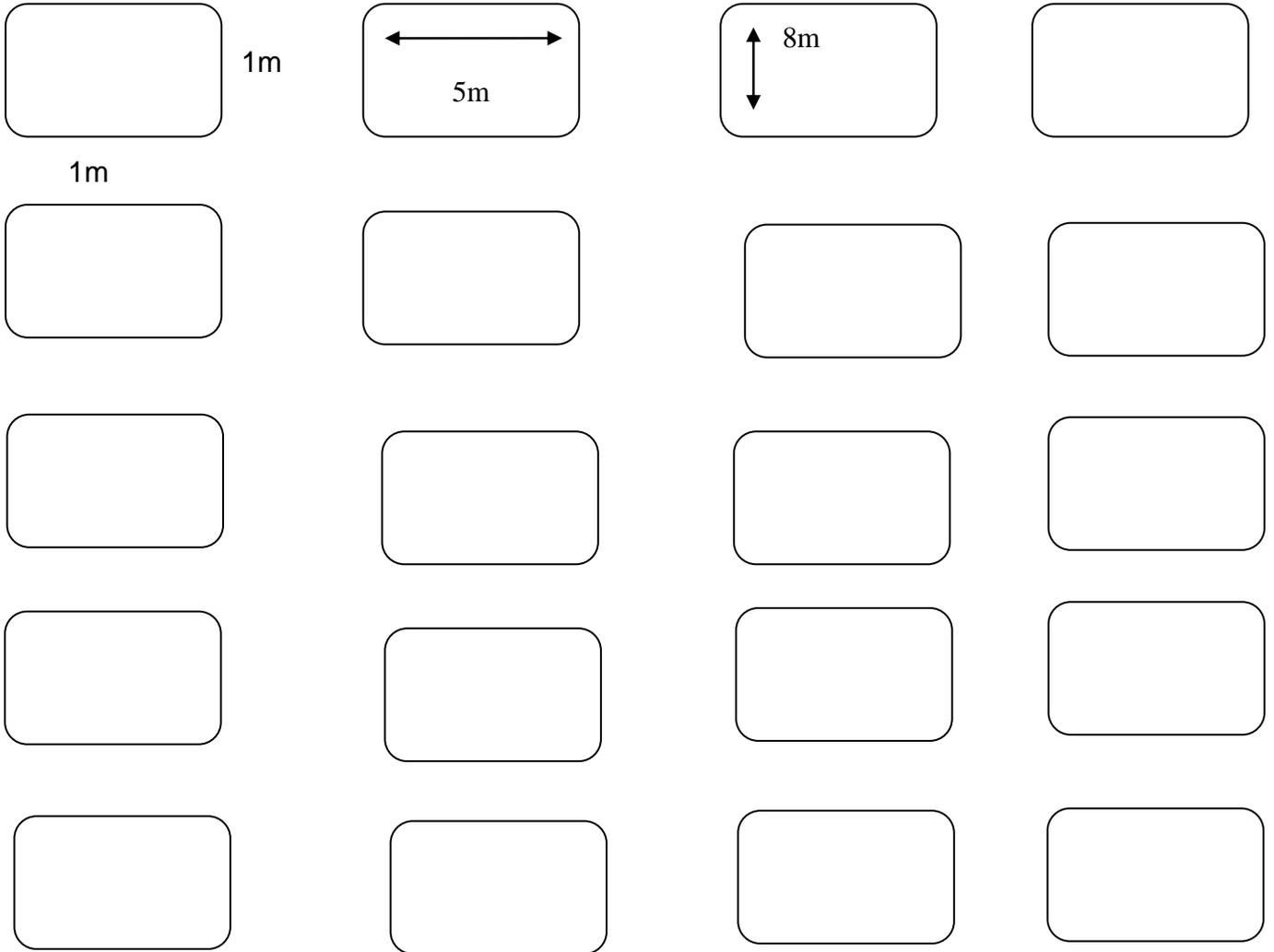
$$100 \rightarrow 46 = 100 \times 30 / 46 = 65.217 \text{ Kg de urea} \times 1.000 \text{ g} / 25000 \text{ sitios}$$

$$\times 30 \quad \quad \quad = 2.61 \text{ g/ sitio.}$$

Total de fertilizante a la siembra = 1.74g (18-46-00) + 1.93 g de urea / sitio.

Total de urea a los 45 dds = 2.61g / sitio.

ESQUEMA DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES (DBCA)



IMAGENES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA INVESTIGACION.



Imagen 1: Inoculación de la semilla, FACIAG 2013



Imagen 2: Mezcla con fertibacter – maíz FACIAG 2013



Imagen 3: Incorporación de humus, FACIAG 2013



Imagen 4: Ubicación de las semillas, FACIAG 2013



Imagen 5: Incorporación de fertilizantes, FACIAG 2013



Imagen 6: Hoyado de sitios, FACIAG 2013



Imagen 7: Incorporación segunda dosis de urea, FACIAG 2013



Imagen 8: Control de malezas, FACIAG 2013



Imagen 9: Señalización de la base del tallo, FACIAG 2013



Imagen 10: Altura a los 60 dds, FACIAG 2013



Imagen 11: Aporque manual, FACIAG 2013



Imagen 12: Toma de altura a la inserción de la mazorca, FACIAG 2013



Imagen 13: Preparación de aceite comestible, FACIAG 2013



Imagen 14: Colocación de aceite, FACIAG 2013



Imagen 15: Segunda aplicación de aceite, FACIAG 2013



Imagen 16: Tercera aplicación de aceite, FACIAG 2013



Imagen 17: Toma de datos de altura, FACIAG 2013



Imagen 18: Toma de altura a 120 dds, FACIAG 2013



Imagen 19: Toma de datos de altura 180 dds, FACIAG 2013



Imagen 20: Cosecha de la mazorca, FACIAG 2013



Imagen 21: Desprendimiento del fruto, FACIAG 2013



Imagen 22: Toma de diámetro de la mazorca, FACIAG 2013



Imagen 23: Lectura de calibrador, FACIAG 2013



Imagen 24: Toma de longitud de la mazorca, FACIAG 2013



Imagen 25: Toma de datos peso en gramos, FACIAG 2013