

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Validación de un Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) como fijador de nitrógeno en cultivo de maíz (*Zea mays* L).

Tesis de grado.

AUTOR: Alexandra Elizabeth Guaitarilla Ayala

ASESOR: Ing. David Herrera

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2013

CERTIFICADO.

Certifico que la estudiante Alexandra Elizabeth Guaitarilla Ayala con el número de cédula 0401636865 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “*Validación de un Bio - fertilizante orgánico (Paenibacillus polymyxa) como fijador de nitrógeno en cultivo de maíz (Zea mays L).*”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing: David Herrera

Tulcán, 18 de Marzo del 2013

AUTORÍA DE TRABAJO.

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales.

Yo, Alexandra Elizabeth Guaitarilla Ayala con cédula de identidad número 0401636865 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Alexandra Guaitarilla.

Tulcán, 18 de Marzo del 2013

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.

Yo Alexandra Elizabeth Guaitarilla Ayala, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 18 de Marzo del 2013

Alexandra Elizabeth Guaitarilla Ayala.
CI 0401636865

AGRADECIMIENTO.

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar a culminar uno de mis sueños anhelados.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, en especial a la escuela de Desarrollo Integral Agropecuario por permitirme estudiar, brindándome conocimiento científico, educativo, cultural y ético para formarme como futura profesional.

De manera especial al Ing. David Herrera y Judith Quezada, asesores del proyecto por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Al Ing. Fausto Montenegro, Biometrista de la Escuela, quien con su visión crítica contribuyo a la realización de esta investigación, a todos los docentes de la escuela de Desarrollo Integral Agropecuario por sus conocimientos brindados durante mi formación.

A todas las personas que me colaboraron en la implementación de esta investigación, a mis amigos y amigas: Johanna quien me ayudo, me apoyo en todo momento.

Gracias a Todos

DEDICATORIA.

La presente investigación va dedicada a Dios por brindarme la salud, fortaleza y sabiduría, para cumplir con todos los sueños y metas que me he propuesto en mi vida.

A mis padres quienes a lo largo de mi vida han estado siempre conmigo en las buenas y malas, quienes me inculcaron valores de responsabilidad, honestidad.

A mis hermanos y en especial a mi Hija Solange quien es el pilar fundamental de mi vida para seguir luchando. Los amo a todos.....

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	i
AUTORÍA DE TRABAJO.	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.	iii
AGRADECIMIENTO.	iv
DEDICATORIA.	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.	xvi
ÍNDICE DE FOTOS.	xvi
RESUMEN EJECUTIVO.....	- 1 -
INTRODUCCIÓN.....	- 5 -
I. EL PROBLEMA.	- 6 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	- 6 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	- 6 -
1.3. DELIMITACIÓN.....	- 7 -
1.4. JUSTIFICACIÓN.	- 7 -
1.5 OBJETIVOS.	- 8 -
1.5.1. Objetivo General:.....	- 8 -
1.5.2. Objetivos Específicos:.....	- 8 -
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	- 10 -
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 10 -

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	- 14 -
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	- 15 -
2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	- 16 -
2.4.1. Fertilizantes	- 16 -
2.4.1.1. Tipos de fertilizantes o abonos.....	- 16 -
A. Fertilizantes orgánicos.....	- 16 -
B. Fertilizantes inorgánicos.....	- 17 -
a. Fertilizantes simples:	- 17 -
b. Fertilizantes compuestos:	- 17 -
c. Fertilizantes completos:	- 18 -
C. Bio - fertilizantes orgánicos.....	- 18 -
2.4.2. DESCRIPCIÓN DEL BIO - FERTILIZANTE <i>Paenibacillus polymyxa</i> o <i>Bacillus polymyxa</i>	- 18 -
2.4.2.1. <i>Paenibacillus polymyxa</i> como <i>Fijador de Nitrógeno</i>	- 19 -
2.4.3.1. MINERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO.....	- 19 -
A. LA AMONIFICACIÓN.....	- 19 -
B. NITRIFICACIÓN.....	- 20 -
2.4.4. FORMAS DE FIJACIÓN DE NITRÓGENO.....	- 21 -
2.4.4.1. Fijación biológica del nitrógeno	- 21 -
2.4.4.2. Fijación de nitrógeno por microorganismos simbióticos	- 21 -
a. Fijación simbiótica en leguminosas.....	- 21 -
b. Fijación simbiótica en no leguminosas.....	- 22 -
2.4.4.3. Fijación de nitrógeno por microorganismos libres	- 22 -
a. Asociaciones en las raíces.....	- 23 -

2.4.5. CULTIVO DE MAÍZ.....	- 23 -
2.4.5.1. Introducción:.....	- 23 -
2.4.5.2. Características Morfológicas. Botánico	- 23 -
2.4.5.2.1. Raíz:.....	- 24 -
2.4.5.2.2. Tallo:	- 24 -
2.4.5.2.3. Hojas:	- 24 -
2.4.5.2.4. La mazorca:.....	- 24 -
2.4.5.2.5. Grano de maíz.....	- 25 -
2.4.5.3. Labores Culturales:	- 25 -
2.4.5.3.1. Preparación del terreno:	- 25 -
2.4.5.3.2. Siembra:	- 26 -
2.4.5.3.3. Fertilización:.....	- 26 -
2.4.5.3.3.1. Nitrógeno:.....	- 26 -
2.4.5.3.3.2. Fósforo:.....	- 26 -
2.4.5.3.3.3. Potasio:	- 27 -
2.4.5.3.3.4. Nutrientes secundarios y micro nutriente:	- 27 -
2.4.5.4. Control de malezas:	- 28 -
2.4.5.5. Plagas y enfermedades:.....	- 28 -
2.4.5.5.1. Plagas:.....	- 28 -
2.4.5.5.1.1. Gusanos cortadores. (Agrotis ípsilon)	- 28 -
2.4.5.5.1.2. Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)	- 28 -
2.4.5.5.1.3. Gusano elotero (Heliothis zea).....	- 29 -
2.4.5.5.1.4. Roedores:.....	- 29 -
2.4.5.5.2. Enfermedades:	- 29 -

2.4.5.5.2.1. Roya (<i>Puccinia sorghi</i>)	- 29 -
2.4.5.5.2.2. Pudriciones del tallo (<i>Fusarium moniliforme</i> o <i>Erwinia caratovora</i>).....	- 29 -
2.4.5.5.2.3. Pudrición por carbón común (<i>Ustilago maydis</i>).....	- 29 -
2.4.5.6. Cosecha:	- 29 -
2.4.6. PERDIDAS DE NITRÓGENO.....	- 30 -
2.4.6.1. Desnitrificación:	- 30 -
2.4.6.2. Lixiviación:.....	- 31 -
2.4.6.3. Volatilización:	- 31 -
2.4.6.4. Extracción por cosecha y erosión:.....	- 32 -
2.5. HIPÓTESIS.	- 32 -
2.6. VARIABLES.	- 32 -
III. METODOLOGÍA.	- 33 -
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 33 -
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 33 -
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.	- 33 -
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	- 34 -
3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 35 -
3.5.1. Información documental.....	- 35 -
3.5.2. Información procedimental.....	- 35 -
3.5.2.1. Localización del experimento.	- 35 -
3.5.2.2. Factores en estudio.....	- 35 -
a. Especie	- 35 -
b. Dosis del Bio - fertilizante.....	- 36 -

3.5.2.3. Tratamientos.	- 36 -
3.5.2.4. Diseño experimental:.....	- 36 -
A. Tipo de diseño.	- 36 -
a. Diseño experimental	- 36 -
b. Características del ensayo.....	- 36 -
c. Esquema del análisis estadístico.....	- 37 -
d. Análisis funcional	- 38 -
e. Análisis de costos	- 38 -
3.5.2.5. Variables a evaluarse.....	- 38 -
3.5.2.5.1. Descripción del procedimiento:.....	- 38 -
3.5.2.5.1.1. Delimitación del terreno.....	- 38 -
3.5.2.5.1.2. Aplicación del Bio - fertilizante orgánico (Paenibacillus polymyxa).....	- 39 -
3.5.2.5.1.3. Siembra.....	- 39 -
3.5.2.5.1.4. Labores culturales:	- 39 -
3.5.2.5.1.5. Cosecha:	- 39 -
3.5.2.5.2. Descripción de cada una de las variables:	- 39 -
a. Porcentaje y tiempo de germinación:.....	- 39 -
b. Altura de la planta:.....	- 40 -
c. Grosor del tallo:	- 40 -
d. Tiempo de floración:	- 40 -
f. Calidad de la mazorca:	- 40 -
g. Rendimiento:.....	- 40 -
h. Costo de producción:.....	- 40 -

i. Relación costo – beneficio:	- 40 -
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	- 40 -
3.6.1. Análisis de resultados.	- 40 -
3.6.1.1. Análisis estadístico de variables.....	- 40 -
1 Porcentaje y tiempo de germinación.....	- 41 -
a. Germinación a los 13 días después de la siembra (dds)	- 41 -
b. Germinación a los 14 días después de la siembra (dds).	- 42 -
c. Germinación a los 15 días después de la siembra (dds).	- 43 -
2 Altura de la planta.....	- 44 -
a. Altura de la planta a los 22 días después de la siembra (dds).....	- 44 -
b. Altura de la planta a los 37 días después de la siembra (dds).....	- 45 -
c. Altura de la planta a los 59 días después de la siembra (dds).....	- 46 -
d. Altura de la planta a los 71 días después de la siembra (dds).....	- 47 -
e. Altura de la planta a los 93 días después de la siembra (dds).....	- 48 -
f. Altura de la planta a los 123 días después de la siembra (dds).	- 49 -
g. Altura de la planta a los 153 días después de la siembra (dds).....	- 50 -
3 Grosor del tallo.	- 51 -
a. Grosor del tallo a los 59 días después de la siembra (dds) ...	- 51 -
b. Grosor del tallo a los 71 días después de la siembra (dds). ..	- 52 -
c. Grosor del tallo a los 93 días después de la siembra (dds). .	- 53 -
d. Grosor del tallo a los 123 días después de la siembra (dds). -	- 54 -
e. Grosor del tallo a los 153 días después de la siembra (dds). -	- 55 -
4 Días a la floración	- 56 -
a. Floración a los 132 días después de la siembra.	- 56 -

5 Producción.....	- 57 -
a. Número de mazorcas por planta.....	- 57 -
b. Peso bruto del maíz.	- 58 -
c. Peso del choclo.....	- 59 -
d. Largo de la mazorca.	- 60 -
e. Perímetro de la mazorca.....	- 61 -
f. Número de Filas.....	- 62 -
g. Número de granos.	- 63 -
6 Rendimiento kilogramos por hectárea.	- 64 -
7 Costo de producción.....	- 65 -
8 Costo – Beneficio.....	- 65 -
3.6.2. Verificación de hipótesis.	- 66 -
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 67 -
4.1. CONCLUSIONES.....	- 67 -
4.2. RECOMENDACIONES.	- 68 -
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	- 69 -
VII. ANEXOS.....	- 72 -
Anexo 1: Análisis de suelo inicial.....	- 77 -
Anexo 2: Análisis al 100% de la dosis de Bacterias Nitrificantes <i>Paenibacillus polymyxa</i>	- 78 -
Anexo 3: Análisis al 150% de la dosis de Bacterias Nitrificantes <i>Paenibacillus polymyxa</i>	- 79 -
Anexo 4: Análisis al 50% de la dosis de Bacterias Nitrificantes <i>Paenibacillus polymyxa</i>	- 80 -

Anexo 5: Análisis del testigo absoluto sin Bacterias Nitrificantes <i>Paenibacillus polymyxa</i>	- 81 -
Anexo 6: Presupuesto de la investigación	- 82 -
Anexo: 7: Costo de producción del agricultor.	- 84 -
Anexo: 8: Costo – Beneficio del Agricultor.....	- 85 -
Anexo: 9: Cronograma de actividades.....	- 86 -

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1: Especie a evaluarse (<i>Zea mays L.</i>).....	- 35 -
Cuadro 2: Dosis de aplicación.	- 36 -
Cuadro 3 Tratamientos en estudio.....	- 36 -
Cuadro 4: Esquema del análisis estadístico.....	- 37 -
Cuadro 5: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación del maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 13 dds.	- 41 -
Cuadro 6: Porcentaje de germinación del maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 13 dds.....	- 41 -
Cuadro 7: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación del maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 14 dds.	- 42 -
Cuadro 8: Porcentaje de germinación del maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 14 dds.....	- 42 -
Cuadro 9: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación del maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 15 dds.	- 43 -
Cuadro 10: Porcentaje de germinación del maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 15 dds.....	- 43 -
Cuadro 11: Análisis de varianza de altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 22 dds.	- 44 -
Cuadro 12: Prueba de Tukey a los 22 dds en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 44 -
Cuadro 13: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 37 dds.....	- 45 -
Cuadro 14: Altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 37 dds.....	- 45 -

Cuadro 15: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 59 dds.....	- 46 -
Cuadro 16: Altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 59 dds.....	- 46 -
Cuadro 17: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 71 dds.....	- 47 -
Cuadro 18: Altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 71 dds.....	- 47 -
Cuadro 19: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 93 dds.....	- 48 -
Cuadro 20: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 93 dds.....	- 48 -
Cuadro 21: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 123 dds.....	- 49 -
Cuadro 22: Altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 123 dds....	- 49 -
Cuadro 23: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 153 dds.....	- 50 -
Cuadro 24: Altura de la planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 153 dds....	- 50 -
Cuadro 25: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 59 dds.	- 51 -
Cuadro 26: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 59 dds.	- 51 -
Cuadro 27: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 71 dds.	- 52 -
Cuadro 28: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 71 dds.	- 52 -
Cuadro 29: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 93 dds.	- 53 -
Cuadro 30: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 93 dds.	- 53 -
Cuadro 31: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 123 dds.	- 54 -
Cuadro 32: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 123 dds.	- 54 -

Cuadro 33: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) a los 153 dds.	- 55 -
Cuadro 34: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (<i>Zea mayz L.</i>) a los 153 dds.	- 55 -
Cuadro 35: Análisis de varianza a los 132 días a la floración en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 56 -
Cuadro 36: Prueba de Tukey a los 132 días a la floración en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 56 -
Cuadro 37: Análisis de varianza para el número de mazorcas por planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 57 -
Cuadro 38: Número de mazorcas por planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)....	- 57 -
Cuadro 39: Análisis de varianza del peso bruto de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	- 58 -
Cuadro 40: Prueba de Tukey para el peso bruto de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	- 58 -
Cuadro 41: Análisis de varianza para el peso del choclo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 59 -
Cuadro 42: Peso del choclo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	- 59 -
Cuadro 43: Análisis de varianza para el largo de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 60 -
Cuadro 44: Prueba de Tukey para el largo de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 60 -
Cuadro 45: Análisis de varianza para el perímetro de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	- 61 -
Cuadro 46: Perímetro de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	- 61 -
Cuadro 47: Análisis de varianza para el número de filas de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 62 -
Cuadro 48: Número de filas de granos en la mazorca del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	- 62 -

Cuadro 49: Análisis de varianza para el número de granos por mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 63 -
Cuadro 50: Número de granos por mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).	- 63 -
Cuadro 51: Análisis de varianza para el rendimiento kilogramos por hectárea en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	- 64 -
Cuadro 52: Rendimiento por hectárea en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).	- 64 -
Cuadro 53: Costo de producción del ensayo	- 65 -
Cuadro 54: Costo - Beneficio de los tratamientos.	- 66 -

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Grafico 1: Diseño experimental del ensayo.	- 37 -
---	--------

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Taxonomía del maíz.....	- 23 -
----------------------------------	--------

ÍNDICE DE FOTOS.

Foto 1: Selección y preparación del terreno	- 72 -
Foto 2: Siembra	- 72 -
Foto 3: Germinación.	- 73 -
Foto 4: Medición de altura de planta.....	- 73 -
Foto 5: Medición del grosor del tallo.	- 74 -
Foto 6: Fumigaciones	- 74 -
Foto 7: Plagas: presencia de yata y comido los ratones	- 75 -
Foto 8: Enfermedad del carbunco y pudrición de la raíz	- 75 -

Foto 9: Variables evaluadas Peso, largo de la mazorca..... - 76 -
Foto 10: Diámetro y número de granos por mazorca..... - 76 -

RESUMEN EJECUTIVO.

Con la presente investigación se pretende dar nuevas alternativas al agricultor, para producir y utilizar productos orgánicos, con el fin de minimizar daños ambientales producidos en el suelo, debido a que se incorporó un Bio - fertilizante orgánico a partir de bacterias nitrificantes de género (*Paenibacillus polymyxa*) incrementando la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

La presente investigación se la realizó en la Hacienda San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, donde se implementó el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) por un periodo de nueve 9 meses, para la cual se aplicó tres dosis del Bio - fertilizante en estudio al 50% dosis de 2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x litro de agua, 100% dosis 5ml de *Paenibacillus polymyxa* x litro de agua, y 150% dosis de 7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x litro de agua, de la dosis comercial.

Para la medición estadística de cada una de las variables a evaluarse en el ensayo se implantó tres tratamientos y un testigo absoluto con tres repeticiones cada uno, se adecuó el área de investigación, optando por aplicar el Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A).

Las variables a tomarse fueron; porcentaje y tiempo de germinación, altura de la planta, grosor del tallo, días a la floración, número de mazorcas por planta, peso bruto de la mazorca, peso del choclo, largo, perímetro de la mazorca, número de filas, número de granos, rendimiento y costo; para la comparación estadística entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5%.

El tratamiento T4 (Testigo absoluto), fue el que obtuvo valores más altos en cuanto a altura de planta con 217, 20 cm, grosor del tallo con 10,73 cm, días a la floración a los 130 días, número de mazorcas por planta 2 unidades, peso bruto del maíz 0,47 kg., peso del choclo 2,27 kg., largo de la mazorca 17,93 cm., perímetro 17,20 cm., número de filas 12 unidades , número de granos 251

unidades, rendimiento por ha., 11038,33 kg, con un costo beneficio de 0,33 ctv, sin haber existido diferencias estadísticas entre tratamientos.

ABSTRACT.

This research is going to provide new alternatives to the farmer, who can use organic products, in order to minimize environmental damage on the ground, because of they incorporate a bio organic fertilizer from gender nitrifying (*Paenibacillus polymyxa*) increasing the nitrogen readiness in the floor.

This research was conducted at the San Francisco farm of the Polytechnic University of Carchi, which was implemented corn (*Zea mays L*) for a period of nine months, it was applied to three doses of bio fertilizer in study 50% dose of 2,5 ml of *Paenibacillus polymyxa* x lit of water, 100% 5ml dose of *Paenibacillus polymyxa* x lit of water, and 150% dose of 7,5 ml of *Paenibacillus polymyxa* x lit of water of the commercial dose.

For the statistical measurement of each of the variables assessed in the trial was implemented three treatments and a control with three replicates each, adjusted the research area, opting to apply the design randomized complete block (RCBD).

The variables to be taken were: germination percentage, plant height, stem thickness, days to flowering, number of pods per plant, gross weight of the cob, corn weight, length, circumference of the ear, number of rows, number of grains, performance and cost, for statistical comparison between treatments we used the 5% Tukey test.

The T4 treatment was the absolute control that higher values obtained in terms of plant height 217,20 cm, stem thickness with 10,73 cm, days to flowering at 130 days, number of ears per plant und 2, gross weight of the corn 0,47 kg, 2,27 kg weight of the corn, along mazorca 17,93 cm, circumference 17,20 cm,

number of rows 12 und, und 251 grain number, 11038,33 kg per ha yield a cost benefit ctv 0,33, without having been statistical differences between treatments.

UCHILLAYACHISHKA YUYAYKUNA

Kay taripay rurashkakunawanka allpapi llamkakkunaman yanapayta kunkapakmi kan, alli ismunalla wanukunata churashpa, allpamamata, pachamamatapash ama llakichinkapa; kay ruraytaka añaki (*Paenibacillus polymyxa*) hurukunata ismuchishpa mirachishpami churayta kallarishkanchik, chaymi allpapipash hashnay samaypash mirashka.

Kay taripaytaka Carchi markapi Politécnica Amawtaywasimanta, San Francisco hazintapimi rurarkanchik, maypimi iskun killata saratapash tarpunchik, chaypami kimsa kutin wanuta churashpa 50% kutinta 2,5 ml añaki ismu hurukunata yakupi churashpa, 100% -ta paktachishpa, shinallata 5 ml añaki ismu hurukunata yakupi churashpa, shinallata 150% kutinta 7,5 ml añaki ismu hurukunata yakupi churashpa, hatuyrantipi rikushpaka churashkanchik.

Kay tukuy ruraykunata taripaypi tupunkapaka, kimsa kutin ruraykunatami paktachishkanchik, shuk willachikta hapishpa kimsa kutin ruraytami shuk rurashkanchik, taripak ukutapash sumakyachishkanchik, shinashpa Diseño de Bloques completos al azar (D.B.C.A.) nishkata hapishkanchik.

Kay ruraykunatami rikushkanchik: imashina pukushpaña wiñarikta, hatunta yura wiñakta, raku wiru kakta, mashna punchapi sisakta, mashna kaspaa llukshikta, imashina llashak kakta, chukllu llashakta, suni kakta, raku kakta, mashna muru tiyakta, mashna ñan murukuna kakta, miraklla hatunkapa kakta, mashnapa hatunatapash rikushkanchik. Tupushkakunapa yupaykunata rikunkapaka Tukey nishka taripaytami mutsushkanchik.

T4-manta willachik rurayka, paymi tukuyta yali yupaykunata charirka, hatunpacha 217,20 cm yurata rikushpaka, raku wirupash 10,73 cm rakumi karka, 130 punchapimi sisashka, kaspapa yupaykunapash 2 und llukshishka, sara llashakta tupushpaka 0,47 kg, chuklluta llashakta tupushpaka 2,27 kg, suni

kaspata rikushpaka 17,93 cm, rakuta tupushpaka 17,20 cm, sara ñankunata rikushpaka 12 und, murukunata yupashpaka 251 und murumi rikurin, shuk ha allpapi rikushpaka 11038,33 kg sarami pukushka, kullkipi rikushpaka 0,33 ctv kullkipami llukshin, shuk ruray rikuchikunapipash mana shuk llukshishkachu, chaykunallatami rikurin.

INTRODUCCIÓN

Es preocupante saber que en la actualidad la contaminación del suelo es debido al uso de los fertilizantes químicos, los mismos que han provocado un deterioro a la estructura del suelo, disminuyendo así la micro flora y micro fauna en el suelo. (Quezada, 2011)

La falta de nitrógeno en los suelos afecta principalmente al desarrollo y crecimiento de las plantas, esto se ve reflejado en la caída y decoloración amarillenta de las hojas; esto provoca la disminución de producción en los cultivos.

Los agricultores utilizan fertilizantes de síntesis química, con el propósito de mejorar la calidad de sus cultivos; pero sin considerar el daño que están provocando al medio ambiente, al deterioro del suelo y sobre todo a la salud del consumidor. Los consumidores prefieren alimentos sanos, nutritivos, libres de sustancias tóxicas perjudiciales.

La presente investigación tiene como propósito Validar un Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*), como fijador de nitrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), dichas bacterias se encargaran de fijar el nitrógeno que se encuentra en la atmósfera, evitando el desgaste del suelo, y disminuyendo el uso de fertilizantes químicos.

I. EL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la provincia del Carchi la mayoría de agricultores hacen un uso indiscriminado de fertilizantes químicos, lo cual afecta a la micro flora y micro fauna del suelo, reduciendo la población de bacterias fijadoras de nitrógeno generando un empobrecimiento del suelo, lo cual conlleva a una baja producción en calidad y cantidad.

Por otra parte cultivos ancestrales como es el caso del maíz han sido olvidados para dar paso a monocultivos de otras especies, siendo, este otro de los factores que afectan al deterioro del suelo, provocando una disminución de macro y micro elementos del suelo, dando como resultado un bajo rendimiento en el cultivo (Quezada, 2011).

El déficit de Nitrógeno en el cultivo de maíz, se ve reflejado en el amarillamiento de las hojas, caída de las mismas, el tallo es muy débil, no hay la producción de semillas y frutos, provocando así un decrecimiento a la planta y por ende reducirá su calidad y cantidad en la producción de este cultivo.

Debido al desgaste del suelo en los últimos años se han retomado prácticas tradicionales enmarcadas en la agricultura orgánica conservacionista; no obstante en nuestra zona se observa que los agricultores no aplican estas prácticas, privándose de los beneficios que proporcionan las mismas, para la obtención de alimentos sanos, nutritivos, libres de sustancias tóxicas, que puedan afectar a la salud del consumidor final.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

“El uso irracional de abonos químicos ha provocado un deterioro del suelo, afectando la existencia de bacterias fijadoras de nitrógeno, y por consiguiente la asimilación por parte del cultivo del maíz”.

Las variables de la presente investigación son las siguientes:

- Variable dependiente: El cultivo de maíz (*Zea mays L.*)
- Variable independiente: El Bio - fertilizante orgánico *Paenibacillus polymyxa*.

1.3. DELIMITACIÓN.

Este estudio se ubica en el área agrícola - ambiental. Dentro de la presente investigación se pretende enriquecer al suelo mediante la aplicación de un Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*), que fija nitrógeno para obtener mayor rendimiento en el cultivo de maíz.

La investigación, se llevó a cabo durante 14 meses y se ejecutó en la Hacienda San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicada en el Cantón Huaca, provincia del Carchi.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

Los Bio - fertilizantes son compuestos de materia orgánica que se aplican a los cultivos para su crecimiento y salud. Sus micro organismos constituyentes interactúan biológicamente con el suelo, las raíces y las semillas de las plantas, promoviendo el crecimiento de micro flora que mejora la fertilidad del suelo (Gregory, 2008).

El uso de Bio - fertilizantes a partir de bacterias nitrificantes en la actualidad es importante, puesto que actúan como suplementos de nitrógeno permitiendo una mayor absorción de nutrientes por parte de la planta; ya que degradan la materia orgánica, facilitando la asimilación de nutrientes en las raíces.

Con la presente investigación se buscó dar nuevas alternativas al agricultor, utilizando Bio - fertilizantes orgánicos con el fin de minimizar daños ambientales en el suelo y mejorar la producción.

Los impactos generados con el presente ensayo son positivos en especial con lo relacionado al medio ambiente, pues debido a que incorporamos un Bio - fertilizante a base de bacterias nitrificantes aumentando su fertilidad en el suelo e incrementamos la disponibilidad de nitrógeno al cultivo, disminuyendo el uso inadecuado de abonos químicos.

Los principales beneficiarios son los agricultores, ya que a través de la presente investigación científica se puede generar tecnología, con el fin de obtener productos mayor aprovechamiento de los fertilizantes y por ende mayor producción del cultivo de maíz. Los beneficiarios indirectos lo conforman los consumidores de maíz, ya que contarán con alimento sano, libre de sustancias tóxicas, con características propias del producto.

Esta investigación está orientada a promover el desarrollo del cultivo con la utilización de la bacteria (*Paenibacillus polymyxa*); partiendo desde el análisis de suelo, siembra, labores culturales, manejo fitosanitario, hasta su cosecha. Al final la redacción del informe. Socializar los resultados a través de revistas, artículos técnicos, y específicamente de la revista “En Verde” de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1. Objetivo General:

Evaluar un Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*), como fijador de nitrógeno en cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

1.5.2. Objetivos Específicos:

- Recopilación de información bibliográfica sobre el tema propuesto.
- Analizar el rendimiento del cultivo mediante la calidad de la mazorca, de cada uno de los tratamientos evaluados.

- Determinar los efectos que generan los tratamientos en estudio, en el ciclo vegetativo de las plantas.
- Realizar el análisis costo - beneficio por cada tratamiento en estudio.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

A. “Se probó el “Efecto de cuatro productos biológicos que contienen bacterias benéficas en el comportamiento agronómico y rendimiento de los pimientos híbridos ‘Salvador’ y King arthur”

Se estudiaron los productos biológicos: *Bacillus subtilis*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus lichiniformes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*; *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*; *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutela rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus*; *Paenibacillus polymyxa* en diferentes combinaciones y dosis; dando los siguientes tratamientos: (*Bacillus subtilis*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus lichiniformes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*) + (*Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*) + (*Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutela rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus*) + (*Paenibacillus polymyxa*); (*Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*) + (*Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutela rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus*) + (*Paenibacillus polymyxa*); *Bacillus subtilis*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus lichiniformes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*; *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*; *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutela rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus*; *Paenibacillus polymyxa* además se incluyó un testigo sin producto biológico; dando un total de 8 subtratamientos. Los productos biológicos se aplican en dosis de un litro por hectárea a los cinco días después del trasplante al lugar definitivo.

Se utilizó el diseño experimental “Parcelas divididas” en cuatro repeticiones. Las parcelas principales correspondieron a los híbridos y los productos biológicos como subparcelas.

La subparcela experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 6 m de longitud, separadas a 0,75 m, el área útil estuvo determinada por las dos hileras centrales, dando un área de 9 m². La distancia entre plantas en cada hilera fue 0.40m, originando una población de 33,33 plantas por hectárea.

Se evaluaron las variables: altura de planta a los 15; 30 y 45 y días después del trasplante; diámetro, longitud y peso del fruto; frutos por planta y rendimiento de frutos.

Todas las variables fueron sometidas al análisis de variancia; utilizándose la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS) para determinar la diferencia estadística entre las medias de los híbridos; y la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, para las medias de los sub tratamientos e interacciones.

Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se concluyó:

- Los híbridos mostraron un buen grado de adaptabilidad, lo cual se reflejó en el rendimiento de frutos.
- La altura de planta fue mayor en el híbrido 'King Arthur' en las evaluaciones realizadas a los 15; 30 y 45 días después del trasplante, en comparación al híbrido 'Salvador'.
- El diámetro, longitud, peso y número de frutos por planta fue mayor cuando se utilizó en mezcla los productos orgánicos *Bacillus subtilis*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus lichiniformes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus* + *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum* + *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus* + *Paenibacillus polymyxa* difiriendo estadísticamente con el testigo sin el producto biológico.
- El rendimiento de frutos fue mayor cuando se aplicaron los 4 productos biológicos en conjunto, en comparación cuando se los aplicó en forma unilateral.

- El subtratamiento (A) *Bacillus subtilis*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus lichiniformes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus* + *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum* + *Arthrotrys oligospora*, *Hirsutela rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus* + *Paenibacillus polymyxa* y (B) *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum* + *Arthrotrys oligospora*, *Hirsutela rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus* + *Paenibacillus polymyxa* obtuvieron los mayores rendimientos de plantas 27,43 y 27,03 Ton/h, respectivamente.
- El pimiento híbrido ‘Salvador’ superó en 8,04% al ‘King Arthur’ en el rendimiento de frutos.

Se recomienda:

- El empleo del pimiento híbrido ‘Salvador’ en siembras comerciales debido a su buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de frutos.
- Utilizar en mezcla los productos biológico *Bacillus subtilis*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus lichiniformes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus* + *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum* + *Arthrotrys oligospora*, *Hirsutela rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus chitinosporus*, *Bacillus firmus* + *Paenibacillus polymyxa* en dosis de un litro por hectárea a los cinco días después del trasplante al lugar definitivo, para lograr altos rendimientos de frutos y utilidades económicas por hectárea.
- Continuar con la investigación probando dosis de los productos orgánicos ensayados”. (Arevalo & Campelo, 2009).

B. “Se “Evaluó la eficiencia agronómica de la cepa benéfica Fijadora de nitrógeno atmosférico (*Paenibacillus polymyxa*) en las variedades de soya

INIAP 307 e INIAP 308 en la zona de caracol, provincia de los Ríos”, en presencia de niveles de fertilización química con la finalidad de: Determinar el nivel apropiado de fertilización química y del producto orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) para maximizar el rendimiento de grano; Evaluar la eficiencia agronómica de (*Paenibacillus polymyxa*) en el cultivo de soya; y Análisis económico del rendimiento en función al costo de los tratamientos.

Los niveles de fertilización química fueron: 40 – 80; 60 – 120 y 80 –160 kg/ha de fósforo y potasio. A cada nivel se le incluyó 5cc de (*Paenibacillus polymyxa*) por litro de agua, aplicado a las semillas; 0,4; 0,8 y 1,2 l/ha de (*Paenibacillus polymyxa*) aplicado a los 8 días después de la siembra. Además, se incluyó un tratamiento sin fertilizar; dando un total de 13 tratamientos. Se utilizó el diseño experimental “Parcelas divididas” en cuatro repeticiones. Las parcelas principales corresponden a las variedades (tratamientos); y como subparcela experimental fueron las combinaciones de niveles de fertilización y dosis del producto biológico (*Paenibacillus polymyxa*) (subtratamientos).

La subparcela experimental estuvo constituida por 6 hileras de 5m de longitud separadas a 0,45m dando un área de 13,5m²; mientras que el área útil de la subparcela fue de 9m², eliminándose una hilera a cada lado por efectos de borde.

Se evaluaron las variables: días a la floración; altura de planta; altura de inserción al primer fruto; días a la maduración; acame de plantas; vainas por planta; granos por vaina; porcentaje de vaneamiento; peso de 100 granos; plantas a la cosecha y rendimiento de grano. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza; se empleó la prueba Diferencia Mínima Significativa para determinar la diferencia estadística entre las medias de variedades, y la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para las medias de niveles de fertilización química y dosis de (*Paenibacillus polymyxa*).

Se concluyó:

- La variedad INIAP 308” promedió un rendimiento de grano de 4,26 Tom/ha; superando en 12,3% a INIAP 307” que rindió 3,78 Tom/ha.

- El rendimiento de grano se incrementó conforme aumentaban los niveles de fertilización química y dosis del producto orgánico (*Paenibacillus polymyxa*).
- Los subtratamientos 80 - 160 kg/ha PK + 1,2 l/ha de (*Paenibacillus polymyxa*) y 80 – 160 kg/ha PK + 0,8 l/ha de (*Paenibacillus polymyxa*) aplicados a los 8 días después de la siembra, obtuvieron los mayores rendimientos de 4,90 y 4,81 Tom/ha respectivamente, sin diferir estadísticamente.
- El testigo sin fertilizar y sin él (*Paenibacillus polymyxa*) alcanzó el menor rendimiento de grano, de apenas 2,21 Tom/ha.
- La cepa benéfica *Paenibacillus polymyxa* suplió los requerimientos de nitrógeno de la soya, debido a los rendimientos de granos obtenidos.

Se recomienda:

- Aplicar 80 - 160 kg/ha de PK + 1,2 l/ha de (*Paenibacillus polymyxa*) a los 8 días después de la siembra, para maximizar el rendimiento de grano en el cultivo de soya” (Massuh, 2012).

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

La presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en cuanto a trabajos de investigación de tesis, graduación, titulación e incorporación, capítulo II del marco legal, Art. 2 que menciona la obligatoriedad de la tesis para la obtención del título profesional de tercer nivel, y en referencia a los Arts. 80 literal e y 144 de la ley orgánica de educación superior – LOES.

Constitución de la República del Ecuador 2008, Título II, en su capítulo segundo de los Derechos del Buen Vivir; sección segunda en lo que respecta al Ambiente sano Art. 14.

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

En los años '20 el químico británico Sir A. Howard desarrolla el método Indore de compostaje de residuos orgánicos y comprueba las ventajas del uso de fertilizantes orgánicos frente a los abonos minerales. En la misma época el austriaco Rudolf Steiner, uno de los padres de la antroposofía, sienta las bases de la que se conocería como Agricultura Biodinámica (S.n, 2010).

Dos décadas más tarde Lord Northbourne en Gran Bretaña y el Dr. Müller en Suiza, basándose en los principios de Howard, inician la llamada Agricultura Orgánico-Biológica, basada en la utilización de fertilizantes orgánicos, en el buen estado del humus del suelo, la limitación de las labores culturales y considerar la finca como 'una totalidad orgánica, viva y dinámica'. Posteriormente H.P. Rush ratificaría este método con argumentos científicos y económicos.

En la década de los '70 el japonés M. Fukuoka difunde su Agricultura Natural, a través de la obra 'La revolución de una brizna de paja', basada en la filosofía de la 'no-acción': no labrar, no deshierbar, no abonar. En la misma década los australianos Bill Mollison y David Holmgren desarrollan la Permacultura, basada en diseñar ecosistemas que se mantengan de forma permanente (S.n, 2010).

2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

2.4.1. Fertilizantes

Llamamos fertilizante o abono a cualquier sustancia orgánica o inorgánica, que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo.

El nitrógeno es el elemento que las plantas absorben en mayor cantidad, es indispensable para el vigor del follaje, lo que se manifiesta en el color verde oscuro de las hojas y tallos, debido a la alta formación de clorofila, es el factor principal que determina el rendimiento. Se absorbe generalmente del suelo, pero también es asimilado del aire; este elemento produce un mayor desarrollo de los granos y frutos (Paz, 2007)

2.4.1.1. Tipos de fertilizantes o abonos

Los fertilizantes se clasifican en orgánicos e inorgánicos.

A. Fertilizantes orgánicos.

Procede de residuos de animales o vegetales, y contiene los porcentajes altos de materia orgánica y nutrientes. La mayoría son de acción lenta, pues proporcionan nitrógeno orgánico que debe ser transformado en inorgánico por las bacterias del suelo antes de ser absorbido por las raíces.

Según (Sánchez, 2005) los abonos orgánicos, se clasifican de la siguiente manera:

“Abonos sólidos:

- Compost
- Humus de lombriz
- Estiércol
- Abonos verdes

Abonos líquidos:

- Purines
- Te de estiércol
- Bio - fertilizantes
- El biol"

B. Fertilizantes inorgánicos.

“Es todo producto desprovisto de materia orgánica. Pueden ser, minerales naturales extraídos del suelo, o bien elaborados por el hombre (fertilizantes " sintéticos" o " artificiales"), se descomponen antes de ser absorbidos. Son más utilizados y conocidos que los orgánicos, se disuelven con facilidad, y actúan rápidamente sobre el suelo” (Troeh.F.R & Thompson.L, 2002).

Los fertilizantes se pueden dividir de acuerdo a su preparación:

a. Fertilizantes simples:

La mayoría de los abonos simples suministran un solo elemento, como por ejemplo nitrógeno, fósforo y potasio.

- Fertilizantes nitrogenados: nitrato de calcio, nitrato amónico, sulfato amónico, urea, nitrato potásico, nitrato sódico, etc.
- Fertilizantes fosfatados: superfosfato simple, superfosfato triple, fosfato di amónico, entre otros.
- Fertilizantes potásicos: sulfato potásico, cloruro potásico, y otros.

b. Fertilizantes compuestos:

La mayoría de los fertilizantes compuestos se comercializan en forma granulada, contiene más de uno de los macro elementos; estos pueden ser:

- Binarios: N-P
- Ternarios: N-P-K

c. *Fertilizantes completos:*

Los abonos complejos contienen, en diferentes proporciones, los elementos primarios N (nitrógeno), P (fósforo) y K (potasio). En muchas ocasiones llevan un añadido de muchos de los micro elementos necesarios (Magnesio, Manganeso, Hierro, Boro, etc.)

C. Bio - fertilizantes orgánicos.

Los Bio - fertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, disminuyendo la utilización de agroquímicos.

Los microorganismos utilizados en los Bio - fertilizantes son clasificados dentro de dos grupos:

- a. El primer grupo incluye microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico y mejorando la tolerancia al stress por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas, por parte de la planta.
- b. El segundo grupo incluye microorganismos, los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos. Puede haber microorganismos que puedan estar en los dos grupos, que además de promover el crecimiento de la planta, inhiba los efectos de microorganismos patógenos (Armenta, y otros, 2010.).

2.4.2. DESCRIPCIÓN DEL BIO - FERTILIZANTE *Paenibacillus polymyxa* o *Bacillus polymyxa*.

El género *Paenibacillus* son bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gram positivos, producen endosporas con morfología oval o cilíndrica que le permite resistir condiciones desfavorables en el ambiente, son móviles por la presencia de flagelos laterales.

Por otra parte, “Son microorganismos ampliamente distribuidos en el ambiente que suelen encontrarse en el suelo, agua dulce y salada, materia vegetal en descomposición, en desiertos y en la Antártida” (Layton, Maldonado, Monroy, Constanza, & Sánchez, 2011).

2.4.2.1. *Paenibacillus polymyxa* como Fijador de Nitrógeno.

“Para permitir que las plantas capten la cantidad necesaria de Nitrógeno que necesitan para un adecuado desarrollo resulta necesaria la ayuda de bacterias que transforman el Nitrógeno presente en la atmósfera en nitrógeno orgánico como proteínas.

La bacteria utilizada (*Paenibacillus polymyxa*) actúa externamente a las raíces de tal manera que esto le permite funcionar en mayor cantidad de cultivos en comparación con otros fijadores de nitrógeno que producen nódulos y se ubican dentro de las raíces” (S.n., 2011).

2.4.3.1. MINERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO.

“La mayor proporción del nitrógeno del suelo se encuentra asociado a la materia orgánica en forma de aminoácidos o proteínas. Este N orgánico sufre una serie de transformaciones en el suelo que lo llevan a N mineral, en la cual se dan procesos de mineralización: Amonificación, conlleva a la formación de NH_4^+ que luego puede ser transformado en nitratos (NO_3^-) a través de la Nitrificación. Estas dos formas de N mineral NH_4^+ y NO_3^- son las que las plantas absorben de la solución del suelo para su nutrición”. (Fuentes & Gonzalez, 2007).

El proceso de mineralización del nitrógeno orgánico en el suelo se puede dividir en dos partes:

A. LA AMONIFICACIÓN

“Es un proceso enzimático en el que el N de los compuestos orgánicos se transforma en NH_3 . Los compuestos con N en el suelo, suelen ser inicialmente

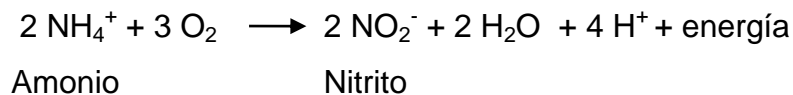
grandes estructuras (proteínas, ácidos nucleicos, etc.) que por la acción de múltiples enzimas específicas se transforman en compuestos más fáciles de asimilar como: aminoácidos, purinas, y estos por el ataque de otras enzimas dan lugar a amoníaco.

El amoníaco formado en el proceso de amonificación de los distintos compuestos en el suelo, o el incorporado por fertilización, se presenta en los suelos en dos formas, como iones amonio (NH_4^+), y como amoníaco disuelto (NH_3). (Juárez. S.M, 2006)

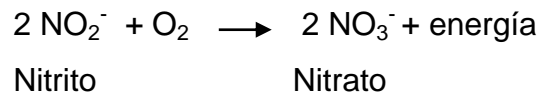
B. NITRIFICACIÓN

“Es el proceso de oxidación en dos estadios, a lo largo del cual, el amonio se oxida a nitrito (NO_2^-) y el nitrito a nitrato (NO_3^-), en dos etapas realizadas por dos tipos de microbios, que obtienen de ellas toda la energía que necesitan para su crecimiento.

Las bacterias del nitrógeno del género *Nitrosomas* sp oxidan el amonio a nitrito.



Las bacterias de nitrógeno *Nitrobacter* sp que convierten el nitrito a nitrato.

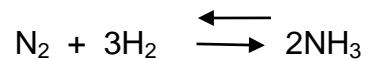


El nitrato es el producto terminal de las reacciones y la principal forma de nitrógeno utilizada por los vegetales. Con fines prácticos, el estadio nitrito puede omitirse, considerando que la nitrificación es la oxidación del amonio a nitrato” (Troeh.F.R & Thompson.L, 2002).

2.4.4. FORMAS DE FIJACIÓN DE NITRÓGENO.

2.4.4.1. Fijación biológica del nitrógeno

Se trata de un proceso por el cual determinados microorganismos transforman el nitrógeno molecular atmosférico (gas muy inerte) en formas orgánicas de nitrógeno. Esta fijación también puede ser química por medio del proceso de Haber-Bosch por el cual reaccionan N_2 e H_2 a alta temperatura y presión, para dar amoniaco.



La fijación biológica de nitrógeno ocurre cuando el nitrógeno atmosférico se convierte en amonio por un par de enzimas bacterianas llamadas nitrogenasas. En muchas bacterias, las enzimas nitrogenasas son muy susceptibles a la destrucción por oxígeno (muchas bacterias cesan de producir enzimas en presencia de oxígeno).

La fijación de nitrógeno puede ser puramente abiótica o biológica. Por la primera se forman óxidos como consecuencia de la combustión de compuestos orgánicos, descargas eléctricas, etc., que son arrastrados al suelo por la lluvia, o amonio por el proceso industrial Haber Bosch (Pascual, 2008).

2.4.4.2. Fijación de nitrógeno por microorganismos simbióticos

Dentro de estos microorganismos nos encontramos con los que viven en simbiosis con leguminosas y los que lo hacen con otras especies vegetales. En ambos casos forman nódulos en las raíces de los vegetales en los que se hospedan.

a. Fijación simbiótica en leguminosas

El mecanismo de simbiosis corresponde al desarrollo de nódulos formados ante el estímulo de bacterias del género *Bacillus* o *Rhizobium*, en las raíces de las plantas vasculares, especialmente de la familia leguminosa. En la raíz de estas plantas por infección bacteriana, se forman nódulos en las células corticales que

son habitados por bacterias del mismo género; estas bacterias capturan el nitrógeno gaseoso y posteriormente lo engloba en el citoplasma. La planta cede a la bacteria carbohidratos para su oxidación posterior para obtención de energía por parte de la bacteria, mientras que a cambio la planta incorpora en su metabolismo proteínas y aminoácidos contenidos en colonias bacterianas. Este proceso de fijación depende de la simbiosis entre hospedero (raíz) y hospedante (bacteria). Ambos por separado, son incapaces de fijar nitrógeno atmosférico (Nuñez, 2000).

b. Fijación simbiótica en no leguminosas

Podemos encontrarnos con tres tipos de simbiosis con plantas no leguminosas, tipos que designaremos según cuál sea el microorganismo simbiote que fije el nitrógeno: *Frankia*, *Cianobacterias* y *Rhizobium* (Juárez. S.M, 2006).

2.4.4.3. Fijación de nitrógeno por microorganismos libres

Entre las bacterias de vida libre de intereses en la fijación de nitrógeno se encuentran organismos aerobios como: *Azobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, y cianobacterias (bacterias fotosintéticas) anaerobios facultativos como *Klebsiella*, y anaerobios: *Clostridium* y *Desulfovibrio*. Si bien algunos como *Clostridium* o *Azotobacter*, no revisten demasiado interés por la poca cantidad de nitrógeno que fijan, otros como las cianobacterias libres si lo tienen, su fijación se estima entre 10 y 80 Kg por hectárea y año, dependiendo de la disponibilidad de luz y nitrógeno (Juárez. S.M, 2006)

Las cianobacterias fijan el nitrógeno en unas células especiales denominadas heterocistes, las cuales pasan luego el nitrógeno fijado a las demás células, mientras que reciben de estas los foto asimilados. Los heterocistos son células de paredes gruesas carentes de fotosíntesis II (el encargado de producir oxígeno) en ellas la nitrogenasa está protegida del oxígeno.

a. Asociaciones en las raíces

Se han identificado seis géneros de bacterias que viven en asociación con las raíces principalmente de gramíneas, Los principales son: *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Pseudomonas*.

Las dos primeras parecen predominar en las regiones tropicales y ser bastante raras en las templadas. Probablemente por su alta temperatura óptima, que esta entorno a los 30⁰C.

Las bacterias del suelo fijadoras de nitrógeno de vida libre son principalmente heterótrofas (*Azotobacter*) y por tanto su capacidad de fijación de nitrógeno está limitada por la disponibilidad de restos orgánicos. Por lo tanto, su contribución a la fijación de nitrógeno en los ecosistemas terrestres es muy pequeña, las autótrofas son cianobacterias como *Anabaena* (Juárez. S.M, 2006).

2.4.5. CULTIVO DE MAÍZ.

2.4.5.1. Introducción:

El maíz (*Zea mays L.*) es una planta gramínea anual, originaria de México, introducida en Europa durante el siglo XVI, después de la invasión española. Actualmente es el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo y el arroz. (Pliego, 2011).

Es lógico concluir que el maíz constituyó para los primitivos habitantes una fuente importante de alimentación. (S.n, Alimentacion Sana, 2011)

2.4.5.2. Características Morfológicas. Botánico

Tabla 1: Taxonomía del maíz

Nombre común	Maíz
Nombre común	Maíz, morochillo, maíz duro amarillo
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida

Orden	Cyperales
Familia	Graminácea o Poáceas
Género	Zea
Especie	mayz
Nombre científico	<i>Zea mays L.</i>

Fuente: (Cooper, 2009)

2.4.5.2.1. Raíz:

Según (Mejía, 2008) la raíz es el primero de los componentes del embrión que brota cuando la semilla germina. El sistema radicular es fasciculado, bastante extenso y representa un importante componente funcional y estructural de la planta.

2.4.5.2.2. Tallo:

Está formado por entrenudos separados por nudos más o menos distantes. Cerca del suelo, los entrenudos son cortos y su grosor disminuye de abajo hacia arriba. Su sección es circular, pero desde la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que se hace más profunda conforme se aleja del suelo.

2.4.5.2.3. Hojas:

Las hojas toman una forma alargada e íntimamente enrollada al tallo, de allí nacen las espigas (inflorescencia masculina o panoja) que producen abundantes granos de polen y las mazorcas (inflorescencia femenina).

2.4.5.2.4. La mazorca:

Según (Mejía, 2008), la mazorca es la inflorescencia femenina y está constituida por un tronco cubierto por filas de granos (cada fila cuenta con 30 a 60 granos), que puede variar entre ocho y treinta filas por mazorca. Es en esta parte de la planta donde se almacenan las reservas nutritivas. Las mazorcas nacen de las axilas de las hojas, del tercio medio de la planta.

Esta inflorescencia femenina está formada por el raquis (tusa) en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas y dos flores, una estéril y otra fértil por lo que el número de hileras de mazorcas es par. Las espiguillas femeninas se agrupan en una ramificación lateral gruesa de forma cilíndrica y sus estilos sobresalen de las brácteas y alcanzan una longitud de 15 a 20 cms. formando una cabellera característica y conocida vulgarmente como pelos o barbas.

Cada flor femenina, si es fecundada, dará lugar a un fruto en forma de grano, más o menos duro, lustroso, de color amarillo, púrpura o blanco. Los frutos forman hileras alrededor de un eje grueso que contienen unos 400 a 1.000 granos por mazorca, alineados en 8 a 20 hileras de unos 50 granos cada una. Toda la inflorescencia femenina está protegida por las brácteas (amero o capacho) que tienen como función la protección del grano. Cada planta puede tener entre 1 a 3 mazorcas dependiendo de la variedad, la población y las condiciones climáticas (Mejía, 2008).

2.4.5.2.5. Grano de maíz.

El grano de maíz es el fruto de la planta, compuesto por una cariósida que consta de tres partes principales: la pared, el endosperma triploide y el embrión diploide. La cubierta o capa de la semilla, que es la pared del ovario, se llama pericarpio, es dura y debajo de ella se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo, morado) y que contiene las proteínas (Mejía, 2008).

2.4.5.3. Labores Culturales:

2.4.5.3.1. Preparación del terreno:

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda arar, rastrar y surcar todo el terreno para que este quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos.

2.4.5.3.2. Siembra:

Se realiza depositando la semilla dentro del surco a una profundidad de cinco centímetros, tapando la semilla con la tierra para su germinación (Torin, 2007).

2.4.5.3.3. Fertilización:

2.4.5.3.3.1. Nitrógeno:

Antonio Laurent Lavoisier pensaba que el nitrógeno era innecesario para sostener el metabolismo de los organismos vivos, ahora se sabe que el nitrógeno es un constituyente esencial de las proteínas y de todos los seres vivos, este es probablemente el mayor limitante del crecimiento y agregado en forma adecuada a los campos de cultivo que resulta un fertilizante de primer orden (Ondarza, 2006).

Se encuentra en forma libre como componente del aire; en forma orgánica, constituyendo la formación de tejidos y órganos vegetales.

La planta puede absorber N tanto bajo la forma de nitrato (NO_3) como de amonio (NH_4). Estos iones llegan en primera instancia al espacio libre de la raíz (paredes celulares) y luego atraviesan las membranas entrando en las células vegetales (Uhart & Echeverria).

El establecimiento de la capacidad fotosintética se logra asegurando que la provisto de N no limite el desenvolvimiento del complejo sistema que controla la fotosíntesis (enzimas, pigmentos y otros compuestos); el incremento de N aumenta el crecimiento y vigor de la planta, mientras que la deficiencia resulta en plantas pequeñas y de color pálido, a su vez afecta la captación solar y disminuyendo el rendimiento del grano; se requiere de 170 a 230 Kg de N/ha (Below, 2002)

2.4.5.3.3.2. Fósforo:

La planta absorbe el P como iones orto fosfato primario (H_2PO_4^-) y en pequeñas cantidades como orto fosfato secundario (HPO_4^{2-}) este elemento depende mucho del pH para que sea aprovechado por las plantas, su deficiencia se nota principalmente en las hojas viejas por su movilidad a las

partes apicales, frutos y semillas. Los síntomas de deficiencia son el enrojecimiento del follaje más viejo, hojas distorsionadas y puede retardar la madurez del cultivo.

Las plantas deficientes de fósforo son de crecimiento lento y a menudo enanas a la madurez, un gran número de plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan un sistema radicular raquíticamente desarrollado. Las hojas y tallos de las plantas deficientes son frecuentemente pequeñas muestran una coloración verde-rojiza, café-rojiza, purpúrea o bronceada. La floración y la madurez son retardadas permaneciendo pequeños las semillas y los frutos.

El exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costo del crecimiento vegetativo. (Aguilar, 2011)

2.4.5.3.3.3. Potasio:

Es absorbido por la planta de forma iónica (K^+) a diferencia del N y P que forman compuestos orgánicos. El K_2O tiene como funciones la síntesis de proteínas; controlar el balance iónico; activa sistemas enzimáticos del metabolismo de las plantas; es importante en la formación de los frutos ayuda a resistir heladas y ataque de enfermedades.

En caso de deficiencias los síntomas son marchitamiento y quemaduras del borde de las hojas además el crecimiento es lento, mal desarrollo radicular y tallos débiles por consiguiente acames. Las semillas son de mala calidad y muy pequeñas. (Aguilar, 2011).

2.4.5.3.3.4. Nutrientes secundarios y micro nutriente:

El Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S) se denominan nutrientes secundarios, pero esto no significa que sean secundarios en importancia para el crecimiento de las plantas.

Estos elementos son tan importantes para la nutrición de las plantas como lo son los nutrientes primarios, a pesar de que las plantas los requieren en menores cantidades. Muchos cultivos contienen tanto azufre (S) como fósforo (P), y en ocasiones aún más. Las deficiencias de los nutrientes secundarios

pueden afectar el crecimiento de la planta tanto como lo hacen las deficiencias de los nutrientes primarios.

Los micro nutrientes son esenciales para el crecimiento de las plantas. Siete de los 16 nutrientes esenciales para la planta se denominan micro nutrientes. Ellos son: boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

Los micro nutrientes son tan importantes para las plantas como los nutrientes primarios y secundarios, a pesar de que la planta los requiere solamente en cantidades muy pequeñas. La ausencia de cualquiera de estos micro nutrientes en el suelo puede limitar el crecimiento de la planta, aun cuando todos los demás nutrientes esenciales estén presentes en cantidades adecuadas (Torres, 2005).

2.4.5.4. Control de malezas:

El maíz es un cultivo muy sensible a la presencia de malas hierbas, sobre todo en los primeros estados de desarrollo, que pueden llegar a producir pérdidas de cosecha superiores al 50%. Por eso el cultivo del maíz requiere el uso de herbicidas adecuados a cada situación. (Lorenzo, 2008)

2.4.5.5. Plagas y enfermedades:

2.4.5.5.1. Plagas:

2.4.5.5.1.1. Gusanos cortadores. (Agrotis ípsilon)

Los gusanos cortadores y algunas otras especies cortan la planta de maíz a nivel del suelo o más abajo trozando las plantas, hacen pequeños agujeros en las primeras hojas.

2.4.5.5.1.2. Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)

Se alimenta del cogollo o parte terminal de la planta, evitando el desarrollo normal. (Morales, 2009)

2.4.5.5.1.3. Gusano elotero (*Heliothis zea*)

Se alimenta de los pelos del choclo, perjudicando la polinización; dañan los granos tiernos de la mazorca facilitando la contaminación por hongos.

2.4.5.5.1.4. Roedores:

Pueden causar graves daños al cultivo de maíz: los roedores se suben a la planta y se comen las mazorcas maduras.

2.4.5.5.2. Enfermedades:

2.4.5.5.2.1. Roya (*Puccinia sorghi*).

Son manchas pequeñas que se encuentran en el haz y envés de la hoja, y presentan pústulas de color anaranjado claro.

2.4.5.5.2.2. Pudriciones del tallo (*Fusarium moniliforme* o *Erwinia caratovora*)

Las plantas se debilitan y se quiebran fácilmente cuando hay lluvias y vientos fuertes, el hongo puede invadir la mazorca.

2.4.5.5.2.3. Pudrición por carbón común (*Ustilago maydis*).

El hongo puede vivir en el suelo y atacar a toda la planta (tallos, hojas y mazorca); muchas de estas esporas se incorporan en el suelo donde permanecen latentes. Abultamientos o agallas grisáceas que con el tiempo estas agallas se rompen y liberan las masas negras de las esporas que infectan las plantas. (Morales, 2009)

2.4.5.6. Cosecha:

Existen dos formas de cosecha: la primera es en estado verde, cuando el grano está bien formado, lleno y algo lechoso, y la segunda es en seco, esta técnica consiste en dejar a la planta en el campo hasta que los granos estén completamente secos, para su comercialización.

2.4.6. PERDIDAS DE NITRÓGENO

Según (Boschettr & Quintero, 2012). La eficiencia fisiológica con la que las plantas utilizan el N, depende de las características de la especie y la disponibilidad de N. Si bien es un valor que fluctúa en un amplio rango, para el maíz se puede asumir una media de 40 kg de grano por kg de N absorbido en toda la planta, mientras que para el trigo la eficiencia fisiológica media está alrededor de 30 kg de grano/kg de N.

La eficiencia agronómica expresa los kg de grano producidos por kg de N aplicado como fertilizante. Este valor depende de la eficiencia fisiológica del híbrido o cultivar, de la proporción del N disponible que es absorbido por el cultivo y de las pérdidas que ocurran durante el ciclo. Por lo tanto la eficiencia agronómica varía entre un máximo igual a la eficiencia fisiológica y cero, a medida que la absorción de N se ve limitada por otro factor como la disponibilidad de agua.

En términos generales, se estima que entre el 50 y el 80 % de N aplicado es aprovechado por el cultivo, lo que implica que entre 20 y 50 % del N se puede perder del sistema, con un consecuente perjuicio económico y ambiental. Las pérdidas de N se producen por diferentes vías de distinta magnitud e importancia.

2.4.6.1. Desnitrificación:

La desnitrificación es la transformación biológica del nitrato en gas nitrógeno, óxido nítrico y óxido nitroso. Éstos son compuestos gaseosos y no son fácilmente accesibles para el crecimiento microbiano; por ello, se liberan normalmente en la atmósfera. El gas nitrógeno supone alrededor del 70% de los gases atmosféricos y su liberación en la atmósfera es un hecho benigno.

La desnitrificación biológica es una reacción de respiración anaeróbica, en la que se elimina el nitrato (NO₃) convirtiéndolo en los compuestos anteriores. Las

bacterias desnitrificadoras son bacterias autótrofas aeróbicas o heterótrofas que pueden transformarse para tener un crecimiento anaeróbico cuando se usa el nitrato como aceptador de electrones. (S.n, Tecnología Apropriada: agua, 2012).

2.4.6.2. Lixiviación:

La pérdida de nitrato por lixiviación en el perfil del suelo fuera de la zona radical es un proceso complejo. En algunos suelos puede tardar unos pocos años para que el nitrato se lixivie hacia aguas subterráneas. La cantidad de nitrato presente en el suelo está siempre cambiando y, para que se produzca la lixiviación, más agua debe infiltrar el suelo que la que se pierde por evapotranspiración.

Entre los factores que afectan el proceso de lixiviación de N-NO_3^- están: las propiedades del suelo, topografía, clima, tipo de crecimiento del cultivo y las prácticas usadas en el manejo del sistema. (Wilfrido & Oswaldo, 2007)

2.4.6.3. Volatilización:

“La volatilización de amoníaco (N-NH_3) es una importante vía de pérdida de N desde fertilizantes nitrogenados, principalmente cuando aquellos poseen urea en su formulación y son aplicados sobre la superficie del suelo. La magnitud de las pérdidas en sistemas de SD es afectada por factores ambientales (humedad, temperatura y viento), de suelo (pH, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica,) y de cultivo (cantidad y tipo de residuos de cosecha), fuente y dosis de N. A su vez, una rápida hidrólisis de la urea resulta en mayores potenciales de pérdidas de NH_3 , debido a que su velocidad depende de la actividad ureásica. Los factores que modifican la misma, como la concentración de urea, el pH, la temperatura y el contenido de afectarán la magnitud de las pérdidas. En la zona de Rafaela, provincia de Santa Fe, se han determinado pérdidas de N por volatilización de hasta el 40% desde urea aplicada en superficie en verano bajo”. (Barbieri, Echeverría, & Saíenz, 2010)

2.4.6.4. Extracción por cosecha y erosión:

En la mayoría de los cultivos el N es extraído en las cosechas, salvo en pasturas en las que el 85% del mismo retorna en la excreta del animal. Por ello es muy importante el manejo del rastrojo. Las pérdidas de materia orgánica se dan por erosión en el suelo.

2.5. HIPÓTESIS.

Hi: El Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) incrementa el rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

Ho: El Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no incrementa el rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

2.6. VARIABLES.

Variable Independiente: Bio - fertilizante orgánico

Variable dependiente: Cultivo de maíz

III. METODOLOGÍA.

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación al ser experimental tiene una modalidad cuantitativa, debido a que se recolectó datos numéricos, se realizó un diseño experimental en bloques completos al azar (D.B.C.A).

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación está enmarcada en el tipo experimental ya que verifica la relación causa – efecto, Los resultados de la investigación van dirigidos a solucionar problemas del entorno social y ambiental en los agricultores de la Provincia del Carchi.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación experimental estuvo conformada por una población de 12 parcelas que son las unidades experimentales, en las cuales se tomó los datos de la investigación.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

HIPÓTESIS		DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE		INDICADOR	TÉCNICA
El bio - fertilizante orgánico (<i>Paenibacillus polymyxa</i>) no incrementa el rendimiento del cultivo de maíz.	Variable Dependiente	Tiempo de germinación	Indica el tiempo de germinación de la semilla.	Porcentaje de germinación y días a la germinación.	Observación y medición.
		Altura de la planta y grosor del tallo.	Indica si la planta presenta una altura apropiada y el grosor del tallo adecuado.	Centímetros	Observación y toma de datos cada 22 días.
		Calidad de la mazorca.	Indica la presencia de buenas características en cuanto a tamaño, peso y número de granos.	Peso en kilogramos y centímetros de longitud y perímetro.	Observación y mediciones como: tamaño, peso y número de granos de la mazorca
		Rendimiento del cultivo.	Mide el rendimiento del cultivo en estado lechoso (tierno)	Kilogramos / hectárea	Observación y toma de datos.
	Variable Independiente	Bio fertilizante orgánico (<i>Paenibacillus polymyxa</i>)	Dosis comercial recomendada 100% = 5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua	2 aplicaciones del Bio - fertilizante en el ciclo de cultivo.	Aplicaciones en drench
			150% = 7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua		
			50% = 2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua		

Elaborado por: Guaitarilla A.(2012)

3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

3.5.1. Información documental.

Para la presente investigación se tomó información de investigaciones similares efectuados a nivel nacional e internacional, en igual forma se fundamentará científicamente el ensayo en base a la bibliografía de los últimos cinco años en lo referente a los temas en cuestión.

3.5.2. Información procedimental.

La información procedimental para la realización de esta investigación considera; el lugar del experimento, factores en estudio, las variables a evaluarse y manejo específico del experimento.

3.5.2.1. Localización del experimento.

Esta investigación se llevó a cabo en la Hacienda San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi ubicada en el Cantón Tulcán- Provincia del Carchi, la misma que se encuentra a 2854 msnm, con temperatura promedio de 12°C, una longitud de: 19°40'00" al Este y 68°40'0" al Norte, su precipitación es de 1100 mm anual, con un suelo franco arcilloso y un pH de 5.45.

3.5.2.2. Factores en estudio.

La investigación titulada: "Validación de un Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) como fijador de nitrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), se tomó en cuenta las siguientes factores en estudio:

a. Especie

Cuadro 1: Especie a evaluarse (*Zea mays L.*)

CÓDIGO	ESPECIE
M1	CULTIVO DE MAIZ (maíz amarillo)

b. Dosis del Bio - fertilizante

Cuadro 2: Dosis de aplicación.

DOSIS	BIO - FERTILIZANTE ORGÁNICO (<i>Paenibacillus polymyxa</i>)
D3	50 % de la dosis recomendada (2.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)
D1	100 % de la dosis recomendada (5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)
D2	150 % de la dosis recomendada (7.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)
D4	Testigo ausencia de (<i>Paenibacillus polymyxa</i>)

3.5.2.3. Tratamientos.

En el siguiente cuadro se presentan los tratamientos.

Cuadro 3 Tratamientos en estudio

CODIFICACION	TRATAMIENTOS	FACTORES EN ESTUDIO
		DOSIS
M1D3	T3	(50%) dosis 2.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua
M1D1	T1	(100%) dosis 5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua
M1D2	T2	(150%) dosis 7.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua
M1D4	T4	Testigo (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

3.5.2.4. Diseño experimental:

A. Tipo de diseño.

a. Diseño experimental

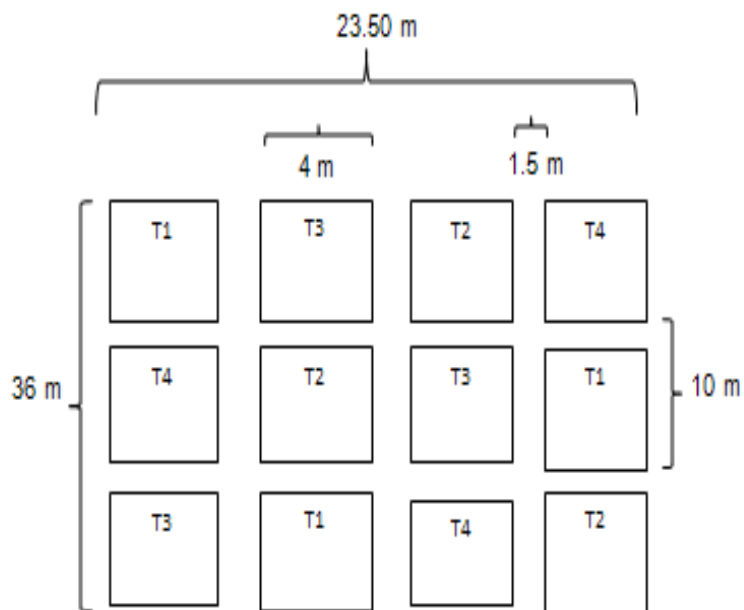
Para esta investigación se trabajó con el diseño de bloques completos al azar D.B.C.A.

b. Características del ensayo

Cada unidad experimental estará conformada por una parcela de 4m de ancho y 10 m de largo (40m²), cuyos 27 m² centrales son considerados como parcela neta. En cada unidades experimental existirá un total de 40 plantas, distanciadas entre sí por 80cm (planta a planta) y 1 m entre hileras. Se realizó tres repeticiones por cada tratamiento dando un total de 12 unidades experimentales:

- a. Número de unidades experimentales: 12
- b. Ancho de la parcela: 4m
- c. Largo de la parcela: 10m
- d. Distancia entre plantas: 80 cm
- e. Distancia entre hileras: 1m
- f. Número de hileras 10
- g. Número de plantas por parcela 40
- h. Área total del ensayo 846 m²
- i. Forma rectangular.

Grafico 1: Diseño experimental del ensayo.



c. Esquema del análisis estadístico

Cuadro 4: Esquema del análisis estadístico

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	11
TRATAMIENTOS	3
REPETICIONES	2
ERROR EXPERIMENTAL	6

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

d. Análisis funcional

Se efectuó el análisis de varianza ANOVA; y se aplicó la prueba de Tukey al 5%, para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos.

e. Análisis de costos

Se utilizó la relación beneficio costo (RBC) para determinar el tratamiento más rentable.

3.5.2.5. Variables a evaluarse.

- Porcentaje y tiempo de germinación.
- Altura de la planta.
- Grosor del tallo.
- Días a la floración.
- Número de mazorcas por planta.
- Calidad de la mazorca (peso bruto, peso del choclo, largo, perímetro, número de filas, número de granos).
- Rendimiento en Kg/ha
- Costo de producción
- Relación costo – beneficio=USD/ha

3.5.2.5.1. Descripción del procedimiento:

3.5.2.5.1.1. Delimitación del terreno.

Se preparó 846 m² dejando el suelo fino, limpio de restos de plantas, para luego dividir el área en 12 parcelas de 10 m de largo por 4 m de ancho y caminos de 1,50 m. Se surco el suelo a una distancia de 1 metro, entre surcos.

Partiendo de un análisis químico del suelo se procedió a aplicar abono orgánico en forma de compost, para luego delimitar el experimento en 12 parcelas y proceder a la aplicación de los tratamientos.

3.5.2.5.1.2. Aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*)

Se aplicó el Bio - fertilizante orgánico, el mismo que contiene bacterias nitrificantes (*Paenibacillus polymyxa*), en diferentes dosificaciones: 50% correspondiente a 2,5 ml *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua; 100% correspondiente a 5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua; 150% correspondiente a 7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua y se dejó actuar por 9 días, y se procedió a la siembra.

3.5.2.5.1.3. Siembra.

Se desinfectó la semilla con Carboxin y Captan. La siembra se efectuó en el costado del surco a 0.80 cm entre plantas, colocando de 2 a 3 semillas en cada hoyo.

3.5.2.5.1.4. Labores culturales:

Se realizó los aporques respectivos a cada parcela, se utilizó 2.4. D- amina y glifosato para controlar el crecimiento de las malezas: *Polygonum mepalense* y *Pennisetum clandestinum*, presente en caminos y surcos. Se aplicó micronutrientes: Quelato de calcio, Quelato de magnesio, 10-30-10, Kelaroburg; además para el control de plagas y enfermedades se utilizó los siguientes ingredientes activos: Cymoxanil – Mancozeb, Clorpirifos, Lambda-cyhalothrina 25%, y Propiconazol.

3.5.2.5.1.5. Cosecha:

Se la realizó en diferentes fechas debido a que ciertas mazorcas no estaban maduras en su totalidad. La cual duró 195 días.

3.5.2.5.2. Descripción de cada una de las variables:

Las variables a evaluarse se tomaron de la siguiente manera:

a. *Porcentaje y tiempo de germinación:* se tomó los datos del número de plantas germinadas en cada tratamiento a los 13, 14 y 15 días después de la siembra (dds), para así determinar si las parcelas que cuentan con el Bio -

fertilizante han acelerado su proceso de germinación con respecto a la parcela testigo; además se evaluó el porcentaje de germinación.

b. *Altura de la planta:* se realizó 7 evaluaciones a los 22, 37,59, 71, 93, 123, y 153 dds, en cm.

c. *Grosor del tallo:* se realizó 6 evaluaciones a los 37,59, 71, 93, 123, y 153 dds en cm.

d. *Tiempo de floración:* Esta variable fue tomada en el momento en que cada parcela llegó a su etapa de plena floración.

e. *Número de mazorcas por planta:* Para esta variable se tomó el número de mazorcas existentes por planta.

f. *Calidad de la mazorca:* se tomó el peso bruto, peso del choclo, largo, perímetro, número de filas y número de granos.

g. *Rendimiento:* se medirá en kg/ha.

h. *Costo de producción:* USD/ha.

i. *Relación costo – beneficio:* el costo se lo realizó por cada tratamiento en estudio.

3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.6.1. Análisis de resultados.

A continuación se presenta los resultados de la investigación “Validación de un Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) como fijador de nitrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*); con el fin de comprobar la hipótesis planteada.

3.6.1.1. Análisis estadístico de variables.

Para realizar el análisis estadístico, se consideró el siguiente factor: dosis del producto a evaluarse, las variables evaluadas como son: *porcentaje y tiempo de germinación, altura de la planta, grosor del tallo, floración, número de mazorcas por planta, calidad de la mazorca (peso bruto, peso del choclo, largo, perímetro, número de filas y número de granos), rendimiento, relación costo- beneficio.*

1 Porcentaje y tiempo de germinación

a. Germinación a los 13 días después de la siembra (dds)

Cuadro 5: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación del maíz (*Zea mays L.*) a los 13 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	291,67	26,52	
TRATAMIENTOS	3	29,17	9,72	0,24 ns
REPETICIONES	2	19,79	9,9	0,24 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	242,71	40,45	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	6,75		%	
PROMEDIO	94,17		%	

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo.

Al realizar el análisis de varianza en el Cuadro: 5, para el porcentaje de germinación a los 13 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentran diferencias significativas para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para el porcentaje de germinación a los 13 dds es de 94,17%, a su vez presentando un coeficiente de variación de 6,75%.

Cuadro 6: Porcentaje de germinación del maíz (*Zea mays L.*) a los 13 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T2 (7.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	96,67%
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	94,17%
T1 (5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	93,33%
T3 (2.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	92,50%

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 6 se observa que el tratamiento T2 (con 7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con un porcentaje de germinación de 96,67%, seguido del T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con un porcentaje de

germinación de 94,17% son los más altos; sin existir diferencia significativa entre tratamientos y repeticiones.

b. Germinación a los 14 días después de la siembra (dds).

Cuadro 7: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación del maíz (*Zea mays L.*) a los 14 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	293,23	26,66	
TRATAMIENTOS	3	30,73	10,24	0,45 ns
REPETICIONES	2	126,04	63,02	2,77 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	136,46	22,74	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	5,01	%		
PROMEDIO	95,21	%		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el Cuadro: 7. Al realizar el análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 14 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencias significativas para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para el porcentaje de germinación a los 14 dds es de 95,21%, presentando un coeficiente de variación de 5,01%.

Cuadro 8: Porcentaje de germinación del maíz (*Zea mays L.*) a los 14 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	97.50 %
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt agua)	95.83 %
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	94.17 %
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lit de agua)	93.33 %

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 8 se observa que el tratamiento T2 (con 7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con un porcentaje de germinación del 97,50 %, seguidamente del T1 (5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con un 95,83% de germinación son los mejores, sin existir diferencia significativa en los tratamientos.

c. Germinación a los 15 días después de la siembra (dds).

Cuadro 9: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación del maíz (*Zea mays L.*) a los 15 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	218,23	19,84	
TRATAMIENTOS	3	30,73	10,24	0,45ns
REPETICIONES	2	51,04	25,52	1,12ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	136,46	22,74	
COEFICIENTE DE VARIACION	4,97		%	
PROMEDIO	96,04		%	

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro: 9 se observa el porcentaje de germinación a los 15 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencias significativas para los tratamientos y repeticiones.

El promedio general para el porcentaje de germinación a los 15 dds es de 96,04%, presentando un coeficiente de variación de 4,97%.

Cuadro 10: Porcentaje de germinación del maíz (*Zea mays L.*) a los 15 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	98.33 %
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	96.67 %
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	95.00 %
T3 (2.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	94.17 %

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 10 se observa que el tratamiento T2 (con 7,5 ml *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con un porcentaje germinación del 98,33%, seguido del T1 (5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con un 96,67% son los que alcanzaron mayores porcentajes sin existir diferencia significativa entre tratamientos.

En la variable de porcentaje de germinación no existe diferencia significativa para cada uno de los tratamientos, a su vez el tratamiento T2 (con 7,5 ml *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) se obtuvo un alto porcentaje de germinación.

2 Altura de la planta.

a. Altura de la planta a los 22 días después de la siembra (dds).

Cuadro 11: Análisis de varianza de altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 22 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	27,06	2,46	
TRATAMIENTOS	3	10,27	3,42	10,07 **
REPETICIONES	2	14,75	7,37	21,69 **
ERROR EXPERIMENTAL	6	2,04	0,34	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3,94	%		
PROMEDIO	14,78	Cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 11 al realizar el análisis de varianza para de la altura de la planta a los 22 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) se encuentra diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para la altura de la planta a los 22 dds es de 14,78 cm, presentando un coeficiente de variación de 3,94%.

Cuadro 12: Prueba de Tukey a los 22 dds en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO	
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	15.87 cm	A	
T2 (7.5ml <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	15.47 cm	A	
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lit de agua)	14.23 cm	A	B
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt agua)	13.57 cm		B

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Al realizar las pruebas de Tukey en el Cuadro: 12 se observa tres rangos "A" "AB" y "B" el cual indica que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con un 15,87 cm y el T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con un 15,47 cm son los que registraron la mayor altura en comparación con los otros tratamientos.

b. *Altura de la planta a los 37 días después de la siembra (dds).*

Cuadro 13: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 37 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	2468,91	224,45	
TRATAMIENTOS	3	617,43	205,81	1,72 ns
REPETICIONES	2	1134,92	567,46	4,75 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	716,56	119,43	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	27,615	%		
PROMEDIO	39,57	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 13. Al realizar el análisis de varianza para altura de la planta a los 37 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencias significativas para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para la altura de la planta a los 37 dds es de 39,57 cm, presentando un coeficiente de variación de 27,61%.

Cuadro 14: Altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 37 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua	50.63 cm
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	39.83 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua	37.03 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua	30.80 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 14 indica que el tratamiento T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con 50,63 cm de altura supera al tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 39,83 cm cabe indicar que no hay diferencia estadística significativa entre tratamientos.

c. *Altura de la planta a los 59 días después de la siembra (dds).*

Cuadro 15: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 59 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	1450,92	131,9	
TRATAMIENTOS	3	410,08	136,69	1,68 ns
REPETICIONES	2	554,06	277,03	3,41 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	486,78	81,13	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16,57	%		
PROMEDIO	54,375	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro: 15 para la variable altura de la planta a los 59 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia estadística significativa para los tratamientos y repeticiones.

El promedio general para la altura de la planta a los 59 días es de 54,37 cm, presentando un coeficiente de variación de 16,57%.

Cuadro 16: Altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 59 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	59.23 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	57.73 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	56.10 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	44.43 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 16 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 59.23 cm reporto la mayor altura en la variable seguido del tratamiento T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con 57,73 cm sin existir diferencia significativa entre tratamientos.

d. *Altura de la planta a los 71 días después de la siembra (dds).*

Cuadro 17: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 71 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	S.C	C.M	FC
TOTAL	11	4568,68	415,33	
TRATAMIENTOS	3	807,16	269,05	1,19 ns
REPETICIONES	2	2400,3	1200,15	5,29 *
ERROR EXPERIMENTAL	6	1361,22	226,87	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16,57	%		
PROMEDIO	90,88	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro: 17 se observa para de la altura de la planta a los 71 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para los tratamientos sin descartar que existe diferencia significativa para las repeticiones.

El promedio general para la altura de la planta a los 71 días es de 90,88 cm, presentando un coeficiente de variación de 16,57%.

Cuadro 18: Altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 71 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	99.43 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	94.57 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	92.10 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	77.43 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 18 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 99,43 cm de altura supera al T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con 94.57 cm, sin existir diferencia significativa en los tratamientos.

e. *Altura de la planta a los 93 días después de la siembra (dds).*

Cuadro 19: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 93 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	S.C	C.M	FC
TOTAL	11	6581,83	598,35	
TRATAMIENTOS	3	807,56	269,19	0,93 ns
REPETICIONES	2	4046,85	2023,43	7,03 *
ERROR EXPERIMENTAL	6	1727,42	287,9	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14,3	%		
PROMEDIO	118,65	Cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 19. Al realizar el análisis de varianza para de la altura de la planta a los 93 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para los tratamientos sin olvidar que en las repeticiones si existe diferencia estadística significativa.

El promedio general para la altura de la planta a los 93 dds es de 118,65 cm, presentando un coeficiente de variación de 14,30%.

Cuadro 20: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 93dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	124.87 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	124.40 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	120.60 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	104.73 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 20 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 124,87 cm supera al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 124,40 cm en altura a los 93 dds, cabe mencionar que no existe diferencias estadísticas.

f. *Altura de la planta a los 123 días después de la siembra (dds).*

Cuadro 21: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 123 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	8348,04	758,91	
TRATAMIENTOS	3	1459,36	486,45	1,13 ns
REPETICIONES	2	4315,37	2157,69	5,03 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	2573,3	428,88	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14,61	%		
PROMEDIO	141,72	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro: 21 para de la altura de la planta a los 123 dds en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para los tratamientos y las repeticiones.

El promedio general para la altura de la planta a los 123 días es de 141,72 cm, presentando un coeficiente de variación de 14,61%.

Cuadro 22: Altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 123 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	152.13 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	146.83 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	144.70 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	123.20 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 22 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 152,13 cm supera al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 146,83 cm, sin existir diferencia significativa entre tratamientos.

g. *Altura de la planta a los 153 días después de la siembra (dds).*

Cuadro 23: Análisis de varianza para altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 153 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	11581,47	1052,86	
TRATAMIENTOS	3	3502,64	1167,55	1,74 ns
REPETICIONES	2	4053,85	2016,93	3,02 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	4024,98	670,83	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	12,89	%		
PROMEDIO	200,96	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 23. Al realizar el análisis de varianza para de la altura de la planta a los 153 días en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para la altura de la planta a los 153 días es de 200,96 cm, presentando un coeficiente de variación de 12,89%.

Cuadro 24: Altura de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 153 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	217,36 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	214.67 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	197.23 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	174.57 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 24 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 217,20 cm supera al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) 214,97 cm sin existir diferencia significativa entre los tratamientos.

3 Grosor del tallo.

a. Grosor del tallo a los 59 días después de la siembra (dds)

Cuadro 25: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) a los 59 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	FC
TOTAL	11	6,77	0,62	
TRATAMIENTOS	3	2,02	0,67	2,32 ns
REPETICIONES	2	3	1,5	5,16 **
ERROR EXPERIEMETAL	6	1,75	0,29	
COEFICIENTE DE VARIACION	12,71	%		
PROMEDIO	4,24	Cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro: 25 se observa que para la variable grosor del tallo a los 59 días después de la siembra en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no existe diferencia significativa para los tratamientos, cabe recalcar que para las repeticiones si existe diferencia estadística altamente significativa.

El promedio general para el grosor del tallo a los 59 días después de la siembra es de 4,24 cm, presentando un coeficiente de variación de 12,71%.

Cuadro 26: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 59 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	4.53 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	4.47 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lit de agua)	4.43 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	3.53 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 26 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 4,53 cm supera al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 4,47cm; pero no hay diferencia significativa entre tratamientos a los 59 dds.

b. Grosor del tallo a los 71 días después de la siembra (dds).

Cuadro 27: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 71 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	35,25	3,2	
TRATAMIENTOS	3	9,69	3,23	2,18 ns
REPETICIONES	2	16,66	8,33	5,62 **
ERROR EXPERIMENTAL	6	8,9	1,48	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17,5	%		
PROMEDIO	6,96	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 27. Al realizar el análisis de varianza para el grosor del tallo a los 71 días en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para los tratamientos y una alta diferencia significativa en las repeticiones.

El promedio general para el grosor del tallo a los 71 días después de la siembra es de 6,96 cm, presentando un coeficiente de variación de 17,50%.

Cuadro 28: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 71 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	8.07 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	7.40 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	6.73 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	5.63 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 28 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 8,07 cm de grosor supera al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) ya que registra 7,40 cm de grosor es necesario indicar que no existe diferencia estadística entre tratamientos.

c. Grosor del tallo a los 93 días después de la siembra (dds).

Cuadro 29: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 93 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	16,86	1,53	
TRATAMIENTOS	3	1,85	0,62	0,58 ns
REPETICIONES	2	8,61	4,31	4,04 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	6,4	1,07	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	12,56	%		
PROMEDIO	8,23	Cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 29. Al realizar el análisis de varianza para el grosor del tallo a los 93 días en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para el grosor del tallo a los 93 días es de 8,23 cm, presentando un coeficiente de variación de 12,56%.

Cuadro 30: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 93 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	8.60 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	8.40 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	8.33 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	7.57 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 30 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 8,60 cm supera al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) el cual alcanzo a 8,40 cm, no existió diferencia estadística entre tratamientos y repeticiones.

d. Grosor del tallo a los 123 días después de la siembra (dds).

Cuadro 31: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 123 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	17,09	1,55	
TRATAMIENTOS	3	2,94	0,98	0,96 ns
REPETICIONES	2	8	4	3,91 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	6,15	1,02	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	11,07	%		
PROMEDIO	9,14	Cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 31. Al realizar el análisis de varianza para el grosor del tallo a los 123 días en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para el grosor del tallo a los 123 días es de 9,14 cm, presentando un coeficiente de variación de 11,07%.

Cuadro 32: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 123 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	9.50 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	9.50 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	9.27 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	8.30 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 32 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) y el T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) presentaron 9,50cm de grosor de tallo, sin existir diferencia significativa para tratamientos y repeticiones.

e. Grosor del tallo a los 153 días después de la siembra (dds).

Cuadro 33: Análisis de varianza para el grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a los 153 dds.

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	14,87	1,35	
TRATAMIENTOS	3	4,64	1,55	2,84 ns
REPETICIONES	2	6,95	3,48	6,37 *
ERROR EXPERIMENTAL	6	3,27	0,55	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	7,28	%		
PROMEDIO	10,14	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 33. Al realizar el análisis de varianza para el grosor del tallo a los 153 días en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para tratamientos, sin embargo en las repeticiones si existe diferencia significativa.

El promedio general para el grosor del tallo a los 153 días el promedio general es de 10,14 cm, presentando un coeficiente de variación de 7,28%.

Cuadro 34: Grosor del tallo en el cultivo de maíz (*Zea mayz L.*) a los 153 dds.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	10.73 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	10.57 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	10.13 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	9.13 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 34 se observa que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con un grosor de 10,73 cm supera al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 10,57 cm lo cual indica que son los mejores sin existir diferencia significativa entre tratamientos.

4 Días a la floración

a. Floración a los 132 días después de la siembra.

Cuadro 35: Análisis de varianza a los 132 días a la floración en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	133,55	12,14	
TRATAMIENTOS	3	45	15	6,85 **
REPETICIONES	2	75,41	37,7	17,22 **
ERROR EXPERIMENTAL	6	13,14	2,19	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1,12	%		
PROMEDIO	131,89	días		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 35. Al realizar el análisis de varianza para la determinación de los días de floración de en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) se encuentra una alta diferencia significativa para tratamientos y repeticiones.

El promedio general para los días de floración es a los 132 días con un coeficiente de variación de 1,12%.

Cuadro 36: Prueba de Tukey a los 132 días a la floración en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO	
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	130.31 días	A	
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	130.43 días	A	
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	131.72 días	A	B
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	135.10 días		B

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Al realizar las pruebas de Tukey al 5% en el cuadro: 36 se observa tres rangos "A", "AB" y "B" el cual indica que el tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) es más precoz en la floración a diferencia de los otros tratamientos.

En la variable días a la floración existe diferencia significativa muy alta para los tratamientos sin embargo el T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) fue el más precoz seguido por el T3 (2.5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) los mismos que enfloraron a los 130 días.

5 Producción.

a. Número de mazorcas por planta.

Cuadro 37: Análisis de varianza para el número de mazorcas por planta en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	0,21	0,02	
TRATAMIENTOS	3	0	0	0,04 ns
REPETICIONES	2	0,05	0,02	0,86 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	0,16	0,03	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	7,18	%		
PROMEDIO	2	Unidades		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 37. Al realizar el análisis de varianza para el número de mazorcas por planta en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para tratamientos y repeticiones.

El promedio general del número de mazorcas por planta es de 2 unidades y un coeficiente de variación de 7,18%.

Cuadro 38: Número de mazorcas por planta en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	2.31 und
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	2.30 und
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	2.28 und
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	2.27 und

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 38 se observa que el tratamiento T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) tiene mayor número de mazorcas por planta conjunto a el

T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) sin existir diferencia significativa entre tratamientos.

En la variable número de mazorcas por planta no existe diferencia significativa para los tratamientos sin embargo el T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) y el T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) presentan un promedio de 2 mazorcas por planta.

b. Peso bruto del maíz.

Cuadro 39: Análisis de varianza del peso bruto de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	0,0604	0,0055	
TRATAMIENTOS	3	0,0402	0,0134	7,58 *
REPETICIONES	2	0,0097	0,0048	2,74 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	0,0106	0,0018	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	11,48	%		
PROMEDIO	0,37	kg		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 39. Al realizar el análisis de varianza para determinar el peso bruto de la mazorca en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) se encuentra diferencia significativa para los tratamientos, sin embargo no existe diferencias estadísticas para las repeticiones.

El promedio general del peso bruto de la mazorca de maíz es de 0,37 kg, con un coeficiente de variación de 11,48%.

Cuadro 40: Prueba de Tukey para el peso bruto de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO	
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	0,47 kg	A	
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	0.35 kg	A	B
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	0.33 kg		B
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	0.32 kg		B

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 40 al realizar la Prueba de Tukey al 5% se observa que existe tres rangos “A”, “AB” y “B” el cual indica que el tratamiento T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) presenta un peso de 0,47 kg, seguido del T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 0,35 kg lo cual indica que estos dos tratamientos son los mejores en esta variable.

c. *Peso del choclo*

Cuadro 41: Análisis de varianza para el peso del choclo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	0,063	0,0057	
TRATAMIENTOS	3	0,016	0,0054	1,19 ns
REPETICIONES	2	0,02	0,01	2,22 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	0,03	0,0045	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	30,38	%		
PROMEDIO	0,22	kg		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 41. Al realizar el análisis de varianza para determinar el peso del choclo en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentran diferencias significativas para los tratamientos y repeticiones.

El promedio general del peso del choclo en el cultivo de maíz es de 0,22 kg, con un coeficiente de variación de 30,38%.

Cuadro 42: Peso del choclo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	0.27 kg
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	0.24 kg
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	0.20 kg
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	0.17 kg

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 42 se observa que el tratamiento T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) presenta un peso de 0,27 kg, seguido del T1 (5 ml de *Paenibacillus*

polymyxa x lt de agua) con 0,24 kg lo cual indica que estos dos tratamientos alcanzan los más altos valores; pero es necesario indicar que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

d. *Largo de la mazorca.*

Cuadro 43: Análisis de varianza para el largo de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	11,9892	1,09	
TRATAMIENTOS	3	10,3225	3,441	12,744 **
REPETICIONES	2	0,0467	0,023	0,086 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	1,62	0,27	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3,16	%		
PROMEDIO	16,46	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 43. Al realizar el análisis de varianza para determinar el largo de la mazorca en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) para los tratamientos se encuentra diferencia estadística altamente significativa, sin embargo en las repeticiones no existe diferencia estadística.

El promedio general del largo de la mazorca en el cultivo de maíz es de 16,46 cm, con un coeficiente de variación de 3,16%.

Cuadro 44: Prueba de Tukey para el largo de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO	
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	17.93 cm	A	
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	16.27 cm		B
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	16.27 cm		B
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	15.37 cm		B

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 44. Al realizar la prueba de Tukey se observa que existe dos rangos "A" y "B" en el que se determina que el tratamiento T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) presenta una longitud de 17,93 cm, seguido del T3 (2,5 ml de

Paenibacillus polymyxa x lt de agua) con una longitud de 16,27 cm lo cual indica que estos dos tratamientos registran los mayores valores en esta variable.

e. *Perímetro de la mazorca.*

Cuadro 45: Análisis de varianza para el perímetro de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	3,79	0,345	
TRATAMIENTOS	3	2,197	0,732	3,120 ns
REPETICIONES	2	0,185	0,092	0,394 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	1,408	0,235	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	2,93	%		
PROMEDIO	16,55	cm		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 45. Al realizar el análisis de varianza para determinar el perímetro de la mazorca en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para los tratamientos y repeticiones.

El promedio general para el perímetro de la mazorca en el cultivo de maíz es de 16,55 cm, con un coeficiente de variación de 2,93%.

Cuadro 46: Perímetro de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	17.20 cm
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	16.67 cm
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	16.20 cm
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	16.13 cm

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 46. Se observa que el tratamiento T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) presenta un perímetro de 17,20 cm, seguido del T3 (5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con un perímetro de mazorca de 16,67 cm cabe que no existe diferencia entre tratamientos.

f. Número de Filas

Cuadro 47: Análisis de varianza para el número de filas de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	8,922	0,811	
TRATAMIENTOS	3	2,689	0,896	2,224 ns
REPETICIONES	2	3,815	1,907	4,733 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	2,418	0,403	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	5,19	%		
PROMEDIO	12	filas		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 47. Al realizar el análisis de varianza para determinar el número de filas de la mazorca en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para los tratamientos y las repeticiones.

El promedio general del número de filas de la mazorca en el cultivo de maíz es de 12,23 filas, y un coeficiente de variación de 5,19%.

Cuadro 48: Número de filas de granos en la mazorca del cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	13.00 filas
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	12.20 filas
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	11.93 filas
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	11.77 filas

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 48 se observa que el tratamiento T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) en la variable número de filas en mazorca presenta 13 filas, seguido del T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 12,20 filas, sin existir diferencia significativa entre tratamientos y repeticiones.

g. Número de granos.

Cuadro 49: Análisis de varianza para el número de granos por mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	10278,89	934,44	
TRATAMIENTOS	3	5401,85	1800,62	2,77 ns
REPETICIONES	2	977,06	488,53	0,75 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	3899,98	650	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	10,17	%		
PROMEDIO	251	Und		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 49. Al realizar el análisis de varianza para determinar el número de granos por mazorca en el cultivo de maíz, con la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencia significativa para tratamientos y repeticiones.

El promedio general del número de granos de la mazorca en el cultivo de maíz es de 251 und, y un coeficiente de variación de 10,17%.

Cuadro 50: Número de granos por mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	274 und
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	265 und
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	244 und
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	219 und

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 50 se observa que el tratamiento T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) presenta 274 granos por mazorca, seguido del T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con 265 granos por mazorca sin existir diferencia significativa entre tratamientos y repeticiones.

6 Rendimiento kilogramos por hectárea.

Cuadro 51: Análisis de varianza para el rendimiento kilogramos por hectárea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

FUENTE DE VARIACIÓN	GI	S.C	C.M	Fc
TOTAL	11	10375879,17	943261,7424	
TRATAMIENTOS	3	359362,5	119787,5	0,1177295 ns
REPETICIONES	2	3911632,292	1955816,146	1,9222144 ns
ERROR EXPERIMENTAL	6	6104884,375	1017480,729	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	9,14	%		
PROMEDIO	11038,33	Kg/hectárea		

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro 51: Al realizar el análisis de varianza para determinar el rendimiento en kilogramos en el cultivo de maíz por hectárea mediante la aplicación del Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*) no se encuentra diferencias estadísticas para tratamientos y repeticiones.

El promedio general del rendimiento del cultivo de maíz por hectárea es de 11038,33 kilogramos por hectárea, y un coeficiente de variación de 9,14%.

Cuadro 52: Rendimiento por hectárea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

TRATAMIENTOS	PROMEDIO
T4 (ausencia de <i>Paenibacillus polymyxa</i>)	11254,17 kg
T2 (7.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	11161,67 kg
T3 (2.5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	10884,17 kg
T1 (5ml de <i>Paenibacillus polymyxa</i> x lt de agua)	10853,33 kg

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

En el cuadro: 52 se observa que el tratamiento T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) tiene un promedio de 11254.17 kilogramos por hectárea seguido del T2 (7,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 11161.67 kilogramos por parcela sin existir diferencia significativa entre tratamientos y repeticiones.

7 Costo de producción.

Cuadro 53: Costo de producción del ensayo

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
PREPARACIÓN DEL TERRENO	muestra	846 m2	50,00	50,00
ANÁLISIS	muestra	1,00	30,00	30,00
Subtotal				80,00
DELIMITACIÓN DEL TERRENO				
Piola	rollo	2,00	2,50	5,00
Estacas	unidad	48,00	0,25	12,00
Rótulos	unidad	12,00	1,60	19,20
Subtotal				36,20
SEMILLA				
Maíz	gr	1440,00	0,0012	1,73
Subtotal				1,73
INSUMOS Y MATERIALES				
Bomba de fumigar	alquilada	1,00	2,00	2,00
Pala	alquilada	1,00	0,10	0,10
Vitavax	gr	1,44	0,0800	0,12
Quelato de calcio	ml	96,00	0,0086	0,83
Quelato de magnesio	ml	96,00	0,0086	0,83
New Foll Plus	gr	33,60	0,0160	0,54
2-4-D-Amina	ml	96,00	0,0100	0,96
Campuz	gr	24,00	0,0090	0,22
Glifosat	ml	200,00	0,0200	4,00
Tilt	ml	40,00	0,0340	1,36
Karate	ml	40,00	0,0410	1,64
Kelarosburg	ml	96,00	0,0033	0,32
10-20-30	gr	96,00	0,0034	0,33
Lorsbant	ml	96,00	0,0080	0,77
Fertilizante (Compost)	kg	600,00	0,07	42,00
Subtotal				55,99
BIO - FERTILIZANTE				
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	ml	1800,00	0,0150	27,00
Subtotal				27,00
LABORES CULTURALES				
Fumigaciones	jornales	2,00	10,00	20,00
Aporques	jornales	2,00	10,00	20,00
Deshierbas	jornales	2,00	10,00	20,00
Subtotal				60,00
TOMA DE DATOS				
Transporte Hcda. San Francisco	viajes	40,00	1,50	60,00

				Subtotal	60,00
ANÁLISIS DE SUELO					
Análisis	muestra	4,00	30,00	120,00	
Transporte	viajes	4,00	2,50	10,00	
				Subtotal	130,00
COSECHA					
Cosecha	jornales	2,00	10,00	20,00	
Sacos	unidad	8,00	0,10	0,80	
Balanza	unidad	1,00	15,00	15,00	
Cinta métrica	unidad	1,00	3,00	3,00	
				Subtotal	38,80
COSTO TOTAL (846m2)					489,72
COSTO TOTAL /Ha					5788,64

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

8 Costo – Beneficio.

Cuadro 54: Costo - Beneficio de los tratamientos.

	COSTO T./HA	KG /HA	VALOR /KG CUESTA	RENDIMIENTO	UTILIDAD	COSTO - BENEFICIO
T1	16882,5	10853,33	1,56	21706,66	4824,16	0,29
T2	17257,5	11161,67	1,55	22323,34	5065,84	0,29
T3	16507,5	10884,17	1,52	21768,34	5260,84	0,32
T4	16132,5	11254,17	1,43	22508,34	6375,84	0,40

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Realizando la relación costo – beneficio para cada uno de los tratamientos en estudio se observa en el cuadro: 54 que por 1 dólar invertido en el T1 (5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) se tiene una ganancia de 0.29 ctv; en el T2 (7.5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con una ganancia de 0,29 ctv, el T3 (2.5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) 0.32 ctv y el T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con 0.40 ctv.

3.6.2. Verificación de hipótesis.

De acuerdo a la hipótesis planteada se puede afirmar que al utilizar estas bacterias nitrificantes no van a influir en el rendimiento del cultivo de maíz con respecto al testigo absoluto.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES.

Una vez ejecutada la investigación con el tema: “Validación de un Bio - fertilizante orgánico (*Paenibacillus polymyxa*), como fijador de nitrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)” se concluye que:

- Para la variable porcentaje y tiempo de germinación no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos, el promedio general del experimento fue de 96.04 %.
- El tratamiento T4 (testigo ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) fue el que mayor valor obtuvo en la variable altura con 217.20 cm, superando al T3 (2,5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua) con 214,97 cm sin existir diferencia significativa entre los tratamientos.
- Para la variable grosor del tallo el tratamiento que obtuvo valores altos fue el T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) con un promedio de 10.73 cm superando al T3 (2.5ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 10.57 cm; cabe resaltar que no hay diferencia estadística significativa.
- En la variable días a la floración existió gran diferencia estadística para los tratamientos, el T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) fue el más precoz en alcanzar su floración a los 130 días al igual que el T3 (2.5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lit de agua).
- El T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) fue el que mayor producción presentó en las variables de peso bruto con 0.47 kg, peso del choclo con 0.27 kg, largo 17.43 cm, perímetro 17.20 cm y número de granos 251 und; seguido del T2 (7.5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) presentando 12 filas en cada mazorca y con 2 mazorcas por planta el T3 (2.5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua).
- El T4 (ausencia de *Paenibacillus polymyxa*) presenta mayor rendimiento con un promedio de 11254.17 kilogramos por hectárea seguido del T2 (7.5 ml de *Paenibacillus polymyxa* x lt de agua) con 11161.66 kilogramos por parcela sin existir diferencia estadística.

- De acuerdo a la hipótesis planteada se puede afirmar que al utilizar estas bacterias nitrificantes frente a un testigo absoluto no va a influir directamente en el rendimiento del cultivo de maíz.
- Al utilizar las bacterias nitrificantes en el cultivo de maíz el costo de producción por hectárea es de 5788,64 USD en comparación a lo que invierte el agricultor tradicionalmente en nuestra zona que es de 3256.02 USD., determinándose una diferencia de 2532,62 USD. entre la investigación y el costo del productor.
- Realizando la relación beneficio – costo del ensayo se concluye que por 1 dólar invertido se tiene una ganancia promedio de 0,33 ctv, a diferencia del agricultor que presenta una ganancia de 0,46 ctv.

4.2. RECOMENDACIONES.

- Comprobar al microorganismo benéfico en varias localidades, en diferentes especies para conocer su rango de adaptabilidad.
- Probar el Bio - fertilizante orgánico *Paenibacillus polymyxa* frente a un fertilizante químico.
- Validar a nivel de laboratorio para evaluar la actividad fijadora de Nitrógeno del microorganismo.
- Realizar nuevas investigaciones con diferentes dosis de bacterias *Paenibacillus polymyxa*.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. (2011). Recuperado el 26 de junio de 2012, de Repositorio.utn.edu.ec/bitstream/.../03%20AGP%2094%20TESIS.pdf
- Arevalo, M., & Campelo, J. C. (2009). *Dspace en UTB*. Recuperado el 26 de febrero de 2012, de <http://dspace.utb.edu.ec/xmlui/handle/123456789/418>
- Armenta, A., García, C., Camacho, R., Apodaca, M., Gerardo, L., & Nava, E. (2010.). *Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México*. México. Universidad Autónoma Indígena de México: Ra Ximhai, Vol. 6, Núm. 1, pp. 51-56.
- Barbieri, P., Echeverría, H., & Saínz, H. &. (10 de junio de 2010). Recuperado el 18 de enero de 12, de Fertilización de maíz con úrea de liberación lenta: pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672010000100007
- Below. (2002). *Fisiología nutrición y Fertilización nitro genada del maíz*. Informaciones agronómicas N: 54. Potafos.
- Boschettr, G., & Quintero, C. (27 de 07 de 2012). Recuperado el 02 de Septiembre de 2012, de [www.elsitioagricola.com](http://www.elsitioagricola.com/articulos/quintero/Eficiencia%20de%20Uso%20del%20Nitrogeno%20en%20Trigo%20y%20Maiz.asp): <http://www.elsitioagricola.com/articulos/quintero/Eficiencia%20de%20Uso%20del%20Nitrogeno%20en%20Trigo%20y%20Maiz.asp>
- Cooper, L. D. (2009). *Agrociencia Fundamentos y Aplicaciones*. México: 4ta DELMAR 803 p.
- Fuentes, W., & Gonzalez, O. (2007). *Estimación de la mineralización neta del nitrógeno del suelo, en sistemas agroforestales y a pleno sol en el cultivo de café (Coffea arabica L.), en el Pacífico de Nicaragua, departamento de Carazo*. Managua - Nicaragua.

- Gregory, J. (24 de 06 de 2008). http://www.ehowenespanol.com/importancia-biofertilizantes-produccion-cultivos-info_190678/. Recuperado el 2010 de 08 de 22
- Juárez. S.M, S. J. (2006). Química del suelo y Medio ambiente. En *Nitrógeno Orgánico en Suelos*. (págs. 209-260). Universidad de Alicante.
- Layton, C., Maldonado, E., Monroy, L., Constanza, L., & Sánchez, L. (2011). *Bacillus spp. Perspectiva de su efecto biocontrolador*, 177 - 187.
- Lorenzo, O. (30 de 04 de 2008). Recuperado el 23 de Diciembre de 2011, de nolaboreo.es/publicaciones/articulos/pdf/maiz.pdf
- Massuh, M. (05 de <http://dspace.utb.edu.ec/xmlui/handle/123456789/1051> de 2012). "Evaluó la eficiencia agronómica de la cepa benéfica Fijadora de nitrógeno atmosférico (*Paenibacillus polymyxa*) en las variedades de soya 'INIAP 307' e 'INIAP 308' en la zona de caracol, provincia de los Ríos",. Babahoyo, Los Rios, Ecuador.
- Mejía, M. (2008). *Módulo Fisiología de la planta de maíz*. FENALCE.
- Morales, N. B. (2009). Manuel de recomendaciones técnicas. En *Cultivo de maíz* (pág. 72). San José. Costa Rica: INTA.
- Núñez, S. J. (2000). *Fundamentos de Edafología*. Costa Rica: EUNED, 2 ed paga 133.
- Ondarza, R. (2006). *Biología Moderna: Fijación del CO₂ y del Nitrógeno atmosférico*. México: 11 ed Trillas pp 250-254.
- Pascual, J. O. (08 de 02 de 2008). *Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada*. Recuperado el 26 de julio de 2011, de <http://www.eez.csic.es/~olivares/ciencia/fijacion/>
- Paz, Y. (2007). Biblioteca de la Agricultura. En P. Yuste, *Biblioteca de la Agricultura* (pág. 757 p). Barcelona - España: 3 era.
- Pliego, E. (28 de Febrero de 2011). Recuperado el 2011 de Agosto de 2011, de <http://suite101.net/article/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion-a41960>

- Quezada, J. (12 de julio de 2011). La contaminación ambiental. (A. Guaitarilla, Entrevistador)
- S.n. (03 de Marzo de 2010). Recuperado el 27 de Julio de 2011, de <http://www.criecv.org/es/ae/>
<http://ganaderiasorganicas.blogcindario.com/2010/03/00036-historia-de-la-agricultura-ecologica.html>
- S.n. (2011 de 07 de 2011). *Alimentacion Sana*. Recuperado el 25 de 04 de 2011, de <http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/Chef/madremaiz%20%20origen.htm>.
- S.n. (2012). Recuperado el 22 de Agosto de 2011, de Tecnología Apropriada: agua: <http://www.selba.org/EspTaster/Ecologica/Agua/Desnitrificacion.html>
- S.n. (2011). Recuperado el 03 de Mayo de 2011, de www.naturalite.biz
- Sánchez, C. (2005). Abonos Orgánicos y Lombricultura. En C. Sánchez, *Abonos Orgánicos y Lombricultura* (pág. 135 p). Lima: 4 ta. Ripalme.
- Torin, C. A. (2007). Manejo del cultivo de maíz. *se realiza depositando*, 25.
- Torres, C. (2005). *Nutrimientos esenciales en los cultivos funciones y efectos*. Guatemala.
- Troeh.F.R, & Thompson.L. (2002). *Los Fertilizantes en los Suelos y su Fertilidad*. Barcelona: Reverte, 4a ed pp141-296.
- Uhart, S. A., & Echeverria, H. E. (s.f.). *El rol del nitrógeno y fósforo en la producción de maíz*. Semillas híbridas de Morgan.
- Wilfrido, F., & Oswaldo, R. (2007). *Estimación y mineralización de nitrógeno del suelo en sistemas Agroforestales y a pleno sol en el cultivo de café*. Managua, Nicaragua.

VII. ANEXOS.

Foto 1: Selección y preparación del terreno



Foto 2: Siembra



Foto 3: Germinación.



Foto 4: Medición de altura de planta.



Foto 5: Medición del grosor del tallo.



Foto 6: Fumigaciones



Foto 7: Plagas: presencia de yata y comido los ratones



Foto 8: Enfermedad del carbunco y pudrición de la raíz



Foto 9: Variables evaluadas Peso, largo de la mazorca.



Foto 10: Diámetro y número de granos por mazorca.

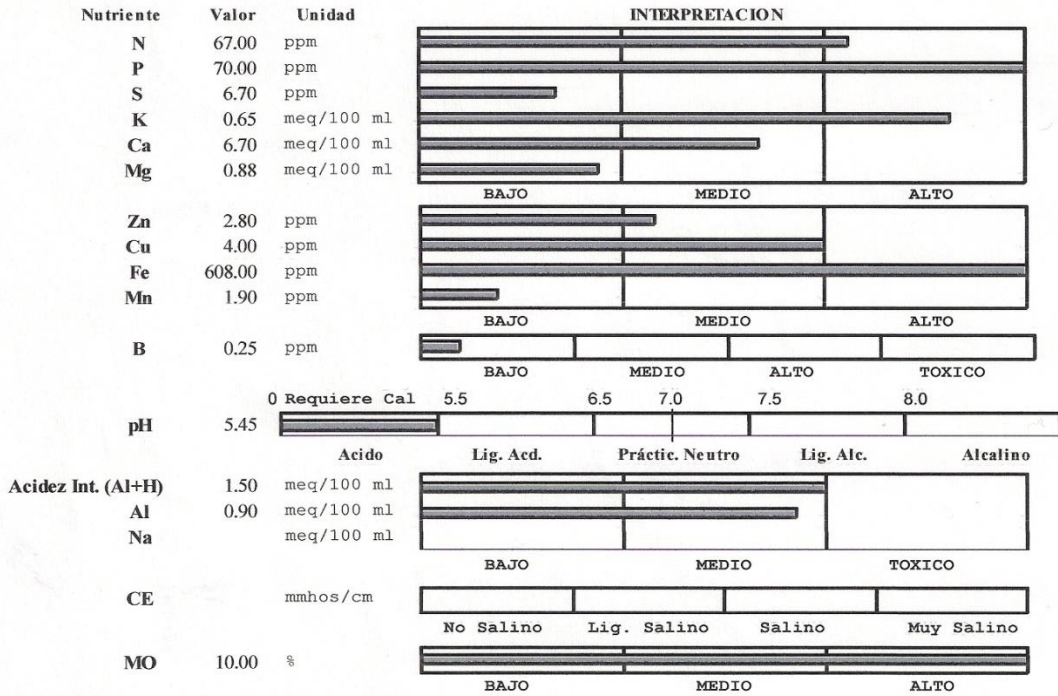


Anexo 1: Análisis de suelo inicial

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	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	 <small>DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</small>
--	---	--

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : U P E C Dirección : HUACA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : S/N Provincia : CARCHI Cantón : HUACA Parroquia : HUACA Ubicación :
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : PAPA Cultivo Anterior : PASTO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE1	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 23.944 N° Muestra Lab. : 86215 Fecha de Muestreo : 20/09/2011 Fecha de Ingreso : 27/09/2011 Fecha de Salida : 13/10/2011



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	ppm	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	P H ₂ O	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7,6	1,4	11,7	9,7	15,05					

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

Para la versión original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina


Anexo 2: Análisis al 100% de la dosis de Bacterias Nitrificantes *Paenibacillus polymyxa*.



LABORIOS NORTE

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																		
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD																													
Nombre: ALEXANDRA GUAITARILLA					Provincia: Carchi																													
Ciudad: Huaca					Cantón: Huaca																													
Teléfono: 2983905					Parroquia: Huaca																													
Fax:					Sitio: UPEC																													
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO																													
Sitio: UPEC					Nro Reporte.: 3924																													
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo + T																													
Número de Campo: Dosis 1 (100)					Muestra: Suelo Dosis 1																													
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2012-06-22																													
A Cultivar: Maiz					Fecha de Reporte: 2012-06-28																													
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																															
N	101.46	ppm	<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>										BAJO	MEDIO	ALTO																			
BAJO	MEDIO	ALTO																																
P	81.05	ppm																																
S	11.87	ppm																																
K	0.95	meq/100 ml																																
Ca	7.50	meq/100 ml																																
Mg	1.09	meq/100 ml	<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>										BAJO	MEDIO	ALTO																			
BAJO	MEDIO	ALTO																																
Zn	3.19	ppm																																
Cu	2.95	ppm																																
Fe	1129.1	ppm																																
Mn	3.05	ppm																																
B	0.02	ppm	<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:25%;"></td><td style="width:25%;"></td><td style="width:25%;"></td><td style="width:25%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td><td style="text-align:center;">TOXICO</td></tr> <tr> <td colspan="4">0 Requiere Cal 5.5</td> </tr> <tr><td style="text-align:center;">5.5</td><td style="text-align:center;">6.5</td><td style="text-align:center;">7.0</td><td style="text-align:center;">7.5</td></tr> <tr><td style="text-align:center;">8.0</td><td colspan="3"></td></tr> <tr> <td style="text-align:center;">Acido</td> <td style="text-align:center;">Lig. Acido</td> <td style="text-align:center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align:center;">Lig. Alcalino</td> <td style="text-align:center;">Alcalino</td> </tr> </table>											BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	0 Requiere Cal 5.5				5.5	6.5	7.0	7.5	8.0				Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino
BAJO	MEDIO	ALTO								TOXICO																								
0 Requiere Cal 5.5																																		
5.5	6.5	7.0								7.5																								
8.0																																		
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																														
pH	5.37		<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>										BAJO	MEDIO	ALTO																			
BAJO	MEDIO	ALTO																																
Acidez Int. (Al+H)	0.65	meq/100 ml								<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>										BAJO	MEDIO	ALTO												
BAJO	MEDIO	ALTO																																
Al	0.29	meq/100 ml	<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>																	BAJO	MEDIO	ALTO												
BAJO	MEDIO	ALTO																																
Na		meq/100 ml								<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>										BAJO	MEDIO	ALTO												
BAJO	MEDIO	ALTO																																
Ce	0.098	mS/cm	<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>																	BAJO	MEDIO	ALTO												
BAJO	MEDIO	ALTO																																
MO	12.95	%								<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td><td style="width:33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">BAJO</td><td style="text-align:center;">MEDIO</td><td style="text-align:center;">ALTO</td></tr> </table>										BAJO	MEDIO	ALTO												
BAJO	MEDIO	ALTO																																
			<table border="1" style="width:100%; height: 100px;"> <tr><td style="width:25%;"></td><td style="width:25%;"></td><td style="width:25%;"></td><td style="width:25%;"></td></tr> <tr><td style="text-align:center;">No Salino</td><td style="text-align:center;">Lig. Salino</td><td style="text-align:center;">Salino</td><td style="text-align:center;">Muy Salino</td></tr> </table>																		No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino										
No Salino	Lig. Salino	Salino															Muy Salino																	
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)								%	ppm	Clase Textural																						
Mg	K	K								Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																			
6.88	1.15	9.04								10.48			57.20	34.00	8.80	Franco arenoso																		
Dr. Quim. Edison M. Miño M.																																		
Responsable Laboratorio																																		

Anexo 3: Análisis al 150% de la dosis de Bacterias Nitrificantes *Paenibacillus polymyxa*.



LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS										
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					
Nombre: ALEXANDRA GUAITARILLA					Provincia: Carchi					
Ciudad: Huaca					Cantón: Huaca					
Teléfono: 2983905					Parroquia: Huaca					
Fax:					Sitio: UPEC					
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO					
Sitio: UPEC					Nro Reporte.: 3925					
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo + T					
Número de Campo: Dosis 2 (150)					Muestra: Suelo Dosis 2					
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2012-06-22					
A Cultivar: Maíz					Fecha de Reporte: 2012-06-28					
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION							
N	88.74	ppm								
P	76.17	ppm								
S	13.49	ppm								
K	0.97	meq/100 ml								
Ca	7.70	meq/100 ml								
Mg	0.99	meq/100 ml								
Zn	4.49	ppm								
Cu	3.24	ppm								
Fe	1195.9	ppm								
Mn	3.48	ppm								
B	0.06	ppm								
pH	5.08									
Acidez Int. (Al+H)	0.75	meq/100 ml								
Al	0.34	meq/100 ml								
Na		meq/100 ml								
Ce	0.118	mS/cm								
MO	12.92	%								
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)					Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
7.78	1.02	8.96	10.75			57.20	34.00	8.80	Franco arenoso	
Dr. Quim. Edison M. Miño M.										
Responsable Laboratorio										



Anexo 4: Análisis al 50% de la dosis de Bacterias Nitrificantes *Paenibacillus polymyxa*.



LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD				
Nombre: ALEXANDRA GUAITARILLA					Provincia: Carchi				
Ciudad: Huaca					Cantón: Huaca				
Teléfono: 2983905					Parroquia: Huaca				
Fax:					Sitio: UPEC				
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO				
Sitio: UPEC					Nro Reporte.: 3926				
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo + T				
Número de Campo: Dosis 3 (50)					Muestra: Suelo Dosis 3				
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2012-06-22				
A Cultivar: Maíz					Fecha de Reporte: 2012-06-28				
Nutriente			Valor	Unidad	INTERPRETACION				
N			82.38	ppm					
P			64.22	ppm					
S			11.33	ppm					
K			0.98	meq/100 ml					
Ca			7.91	meq/100 ml					
Mg			1.06	meq/100 ml					
Zn			3.27	ppm					
Cu			3.52	ppm					
Fe			1068.0	ppm					
Mn			3.18	ppm					
B			0.10	ppm					
pH			5.22		<p>0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0</p> <p>Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino</p>				
Acidez Int. (Al+H)			0.70	meq/100 ml					
Al			0.31	meq/100 ml					
Na				meq/100 ml					
Ce			0.118	mS/cm					
MO			13.28	%					
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7.46	1.08	9.15	10.96			59.20	31.00	9.80	Franco arenoso
Dr. Quim. Edison M. Miño M.									
Responsable Laboratorio									

Anexo 5: Análisis del testigo absoluto sin Bacterias Nitrificantes *Paenibacillus polymyxa*.



LABORIOS NORTE

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS										
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					
Nombre: ALEXANDRA GUAITARILLA					Provincia: Carchi					
Ciudad: Huaca					Cantón: Huaca					
Teléfono: 2983905					Parroquia: Huaca					
Fax:					Sitio: UPEC					
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO					
Sitio: UPEC					Nro Reporte.: 3927					
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo + T					
Número de Campo: Dosis 4 (Tes)					Muestra: Suelo Dosis 4					
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2012-06-22					
A Cultivar: Maíz					Fecha de Reporte: 2012-06-28					
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION							
N	87.15	ppm	[Bar chart showing N level]							
P	62.48	ppm	[Bar chart showing P level]							
S	12.23	ppm	[Bar chart showing S level]							
K	1.03	meq/100 ml	[Bar chart showing K level]							
Ca	7.97	meq/100 ml	[Bar chart showing Ca level]							
Mg	1.08	meq/100 ml	[Bar chart showing Mg level]							
			BAJO MEDIO ALTO							
Zn	3.13	ppm	[Bar chart showing Zn level]							
Cu	3.23	ppm	[Bar chart showing Cu level]							
Fe	1061.3	ppm	[Bar chart showing Fe level]							
Mn	3.43	ppm	[Bar chart showing Mn level]							
			BAJO MEDIO ALTO							
B	0.09	ppm	[Bar chart showing B level]							
			BAJO MEDIO ALTO TOXICO							
pH	5.15		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0							
			Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino							
Acidez Int. (Al+H)	0.73	meq/100 ml	[Bar chart showing Acidez Int. level]							
Al	0.30	meq/100 ml	[Bar chart showing Al level]							
Na		meq/100 ml	[Bar chart showing Na level]							
			BAJO MEDIO ALTO							
Ce	0.118	mS/cm	[Bar chart showing Ce level]							
			No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino							
MO	13.03	%	[Bar chart showing MO level]							
			BAJO MEDIO ALTO							
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)					Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
7.38	1.05	8.79	11.11			55.20	34.00	10.80	Franco arenoso	
Dr. Quim. Edison M. Miño M.					Responsible Laboratorio					



Anexo 6: Presupuesto de la investigación

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
PREPARACIÓN DEL TERRENO	muestra	846 m2	50,00	50,00
ANÁLISIS	muestra	1,00	30,00	30,00
Subtotal				80,00
DELIMITACIÓN DEL TERRENO				
Piola	rollo	2,00	2,50	5,00
Estacas	unidad	48,00	0,25	12,00
Rótulos	unidad	12,00	1,60	19,20
Subtotal				36,20
SEMILLA				
Maíz	gr	1440,00	0,00	1,73
Subtotal				1,73
INSUMOS Y MATERIALES				
Bomba de fumigar	unidad	1,00	50,00	50,00
Pala	unidad	1,00	10,00	10,00
Vitavax	gr	1,44	0,0800	0,12
Quelato de calcio	ml	96,00	0,0086	0,83
Quelato de magnesio	ml	96,00	0,0086	0,83
New Fol Plus	gr	33,60	0,0160	0,54
2-4-D-Amina	ml	96,00	0,0100	0,96
Campuz	gr	24,00	0,0090	0,22
Glifosat	ml	200,00	0,0200	4,00
Tilt	ml	40,00	0,0340	1,36
Karate	ml	40,00	0,0410	1,64
Kelarosburg	ml	96,00	0,0033	0,32
10-20-30	gr	96,00	0,0034	0,33
Lorsbant	ml	96,00	0,0080	0,77
Fertilizante (Compost)	kg	600,00	0,07	42,00
Subtotal				113,89
BIO - FERTILIZANTE				
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	ml	1800,00	0,0150	27,00
Subtotal				27,00
LABORES CULTURALES				
Fumigaciones	jornales	2,00	10,00	20,00
Aporques	jornales	2,00	10,00	20,00
Deshierbas	jornales	2,00	10,00	20,00
Subtotal				60,00
TOMA DE DATOS				
Transporte Hcda. San Francisco	viajes	40,00	1,50	60,00
Subtotal				60,00

ANÁLISIS DE SUELO				
Análisis	Muestra	4,00	30,00	120,00
Transporte	Viajes	4,00	2,50	10,00
Subtotal				130,00
COSECHA				
Cosecha	Jornales	2,00	10,00	20,00
Sacos	Unidad	8,00	0,10	0,80
Balanza	Unidad	1,00	15,00	15,00
Cinta métrica	Unidad	1,00	3,00	3,00
Subtotal				38,80
BIBLIOGRAFIA Y SOFTWARE				
Libros	Unidad	1,00	80,00	80,00
Internet	Mes	3,00	20,00	60,00
Impresiones	Unidad	2,00	20,00	40,00
Cuaderno	Unidad	1,00	0,50	0,50
Esfero	Unidad	1,00	0,35	0,35
Subtotal				180,85
SUB COSTO TOTAL				728,47
10% Imprevistos				72,85
COSTO TOTAL (846m2)				801,32
COSTO TOTAL /Ha				9471,87

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Anexo: 7: Costo de producción del agricultor.

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
PREPARACIÓN DEL TERRENO	muestra	846 m ²	50,00	50,00
ANÁLISIS	muestra	1,00	30,00	30,00
Subtotal				80,00
SEMILLA				
Maíz	gr	1440,00	0,0012	1,73
Subtotal				1,73
INSUMOS Y MATERIALES				
Vitavax	gr	1,44	0,0800	0,12
Quelato de calcio	ml	96,00	0,0086	0,83
Quelato de magnesio	ml	96,00	0,0086	0,83
New Fol Plus	gr	33,60	0,0160	0,54
2-4-D-Amina	ml	96,00	0,0100	0,96
Campuz	gr	24,00	0,0090	0,22
Glifosat	ml	200,00	0,0200	4,00
Tilt	ml	40,00	0,0340	1,36
Karate	ml	40,00	0,0410	1,64
Kelarosburg	ml	96,00	0,0033	0,32
10-20-30	gr	96,00	0,0034	0,33
Lorsbant	ml	96,00	0,0080	0,77
Fertilizante	kg	2,00	42,00	84,00
Subtotal				95,89
LABORES CULTURALES				
Fumigaciones	jornales	2,00	10,00	20,00
Aporques	jornales	2,00	10,00	20,00
Deshierbas	jornales	2,00	10,00	20,00
Subtotal				60,00
COSECHA				
Cosecha	jornales	2,00	10,00	20,00
Sacos	unidad	8,00	0,10	0,80
Subtotal				20,80
Subtotal				258,42
SUB COSTO TOTAL				258,42
10% imprevistos				25,84
COSTO TOTAL				284,26
COSTO POR HA				3256,02837

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Anexo: 8: Costo – Beneficio del Agricultor.

	COSTO T./HA	KG /HA	RENDIMIENTO	UTILIDAD	COSTO - BENEFICIO
TOTAL	3256,028	8000	8000	4743,972	1,46

Elaborado por: Guaitarilla, A. (2012)

Anexo: 9: Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	T I E M P O POR MESES Y SEMANAS																																																							
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12											
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV								
Revisión y recopilación bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Planteamiento del anteproyecto					X	X	X																																																	
Pruebas preliminares						X	X	X	X																																															
Presentación y aprobación del anteproyecto													X	X	X	X	X	X																																						
Preliminar																																																								
Adquisición de insumos, materiales y equipos																	X	X	X																																					
Adecuación del lugar de investigación																			X	X																																				
Desarrollo de la investigación (Recopilación de datos)																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Tabulación y análisis de datos																																																								
Interpretación de resultados																																																								
Redacción del informe final																																																								
Revisión informe final																																																								
Defensa de tesis																																																								
Publicación																																																								

ACTIVIDADES	T I E M P O P O R M E S E S Y S E M A N A S																													
	Mes 13				Mes 14				Mes 15				Mes 16				Mes 17				Mes 18				Mes 19					
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
Revisión y recopilación bibliográfica																														
Planteamiento del anteproyecto																														
Pruebas preliminares																														
Presentación y aprobación del anteproyecto																														
Preliminar																														
Adquisición de insumos, materiales y equipos																														
Adecuación del lugar de investigación																														
Desarrollo de la investigación (Recopilación de datos)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																		
Tabulación y análisis de datos										x	x	x	x	x	x	x														
Interpretación de resultados													x	x	x	x														
Redacción del informe final															x	x	x	x												
Revisión informe final																	x	x	x	x										
Defensa de tesis																											x	x	x	x
Publicación																												x	x	x