

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

**“FERTILIZACIÓN ORGÁNICA COMPARADA CON LA
FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL CULTIVO DE FRÉJOL
(*Phaseolus vulgaris*), PARA MINIMIZAR EL EFECTO DE
DEGRADACIÓN DEL SUELO”**

Tesis de Ingenieros en Recursos Naturales Renovables

Autores:

**César Bejarano
Héctor Méndez**

Director:

Ing. Eduardo Gordillo

IBARRA – ECUADOR

2004

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

“FERTILIZACIÓN ORGÁNICA COMPARADA CON LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*), PARA MINIMIZAR EL EFECTO DE DEGRADACIÓN DEL SUELO”

TESIS PRESENTADA AL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIEROS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

.....
Ing. Luis Eduardo Gordillo

DIRECTOR

.....
Ing. Gladis Yaguana

ASESOR

.....
Dra. Lucía Yépez

ASESOR

.....
Ing. Raúl Barragán

ASESOR

IBARRA – ECUADOR

2004

PRÓLOGO

La presente investigación se la realizó con fondos provenientes de **UCODEP Moví mundo**, a través del proyecto **Ally Tarpuy**, con el fin de que los pequeños agricultores vuelvan a utilizar las técnicas ancestrales, que hoy en día se las están promoviendo como la Agricultura Agroecológica, para remediar los altos índices de contaminación de suelos y cultivos.

El documento que se presenta a continuación es de responsabilidad y propiedad exclusiva de los autores.

Autores: César Roberto Bejarano López
Héctor José Méndez Cevallos

DEDICATORIA

HÉCTOR:

De la manera más sincera a mí querida esposa e hijos, quienes son la razón de seguir día a día esforzándome, en bien de mi superación profesional.

A mis padres, quienes me dieron la luz de la vida y el apoyo incondicional.

A mis hermanos por apoyarme en mi formación moral y profesional.

A mis familiares quienes de una u otra forma me ayudaron a culminar mi carrera universitaria; y

A mis mejores amigos.

CÉSAR:

*A la memoria de mis padres,
Ya que se ha cumplido uno de sus sueños:
Ver que sus hijos se estén formando como profesionales.*

*A mi esposa y a mi hija,
Que son el pilar de mi vida,
Y me incentivan con su presencia
A trazarme nuevas metas de superación.*

*A mis hermanas,
Por ser las personas que me aconsejan y apoyan
En el desenvolvimiento de mi vida,
Como persona y, hoy, como profesional.*

*A mi familia,
Que con su apoyo moral,
Ha logrado que haya llegado
a feliz término en mi carrera universitaria.*

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, que nos ha dado la sabiduría, la constancia y la virtud de llegar a ser profesionales.

A la vida por avernos dado la oportunidad que pocos tienen de estudiar y superarse, para estar mejor capacitados al servicio de la sociedad, en el contexto de la conservación de los recursos naturales, como buenos profesionales.

A la Universidad Técnica del Norte por haber sido el eje fundamental de nuestro crecimiento intelectual y profesional.

A UCODEP Movimondo, y en especial a Ing. Francesco Torrigiani Coordinador del Proyecto Ally Tarpuy; al Lcdo. Rafael Guitarra Presidente de la UNORCAC por darnos la oportunidad de realizar el trabajo de investigación, que nos permite obtener el título profesional, y por el apoyo incondicional recibido tanto en el aspecto económico como en lo técnico.

Al Ing. Luis Eduardo Gordillo nuestros más sinceros agradecimientos por, su acertada dirección, sugerencias y críticas constructivas, durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A nuestros asesores: Ing. Gladis Yaguana, Dra. Lucía Yépez, Ing. Raúl Barragán, nuestros más gratos agradecimientos por sus acertadas sugerencias.

A nuestros compañeros por su compañía en todo el proceso de formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| CAPÍTULO I | |
| 1. Introducción | 1 |
| CAPÍTULO II | |
| 2. Revisión de Literatura | 7 |
| 2.1. El Suelo: | 7 |
| 2.2. El Suelo Agrícola | 8 |
| 2.3. El Agua y su función en el suelo | 9 |
| 2.4. Clima | 10 |
| 2.5. El Abono: | 11 |
| 2.5.1. Abono químico | 11 |
| 2.5.2. Abono orgánico | 13 |
| 2.6. Fertilización Orgánica | 13 |
| 2.7. Fitoestimulantes Orgánicos | 15 |
| 2.7.1. Ácidos húmicos | 15 |
| 2.8. El Biol: | 18 |
| 2.8.1. Descripción | 18 |
| 2.8.2. Composición bioquímica del biol | 19 |
| 2.8.3. Composición química del biol | 22 |
| 2.8.4. Elaboración del biol | 22 |
| 2.8.5. Relación de agua y estiércol para elaboración del biol | 23 |
| 2.8.6. Usos: | 24 |
| 2.8.7. Frecuencia de usos | 25 |
| 2.8.8. Aplicaciones agronómicas | 25 |
| 2.9. La Revolución Verde: | 26 |
| 2.9.1. Problemas con la revolución verde | 27 |
| 2.9.2. Impactos ambientales de la agricultura moderna por agrotóxicos | 28 |
| 2.10. Sistema de Producción Convencional | 29 |
| 2.11. Sistema de Producción Tradicional | 31 |
| 2.12. La Agroecología | 33 |
| 2.13. El Fréjol <i>Phaseolus vulgaris</i> : | 36 |
| 2.13.1. Origen | 36 |
| 2.13.2. Taxonomía | 37 |
| 2.13.3. Descripción botánica | 38 |
| 2.13.4. Descripción de la Variedad de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | 39 |
| 2.13.5. Labores culturales | 40 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 41 |
| 3.1. MATERIALES | 41 |
| 3.2. MÉTODOS | 43 |
| 3.2.1. Ubicación del experimento | 43 |
| 3.2.2. Fases del estudio | 44 |
| 3.2.3. Factores en estudio | 44 |
| 3.2.4. Tratamientos | 45 |
| 3.2.5. Diseño experimental | 45 |
| 3.2.6. Características del experimento | 45 |
| 3.2.7. Análisis estadístico | 45 |
| 3.2.8. Variables evaluadas | 46 |
| 3.2.9. Manejo específico del experimento | 47 |
| 3.2.10. Desarrollo del experimento | 48 |
| 3.2.10.1. Preparación y fermentación del biol | 48 |
| 3.2.10.2. Delimitación de la superficie para el experimento | 48 |
| 3.2.10.3. Laboreo del Suelo | 49 |
| 3.2.10.4. Labores de Siembra | 50 |
| 3.2.10.5. Labores de Cultivo | 52 |
| 3.2.10.6. Control de Plagas y Enfermedades | 55 |
| 3.2.10.7. Abastecimiento de Agua para el Riego | 56 |
| 3.2.10.8. Labores de Cosecha | 57 |

CAPÍTULO IV

| | |
|--|-----------|
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 58 |
| 4.1. Análisis del uso actual y potencial del suelo | 58 |
| 4.2. Análisis del Biol | 59 |
| 4.3. Análisis del Suelo antes de la Siembra | 59 |
| 4.4. Altura de la Planta: | 60 |
| 4.4.1. Altura de la planta a los 30 días | 60 |
| 4.4.2. Altura de la planta a los 60 días | 61 |
| 4.4.3. Altura de la planta a los 90 días | 63 |
| 4.5. Días para la Floración | 65 |
| 4.6. Número Promedio de Vainas por Planta | 67 |
| 4.7. Longitud de las Vainas | 69 |
| 4.8. Número Promedio de Granos por Vaina | 70 |
| 4.9. Peso de 1000 Granos por cada Tratamiento | 71 |
| 4.10. Rendimiento | 72 |
| 4.11. Análisis del suelo después de la cosecha | 74 |

CAPÍTULO V

| | |
|------------------------|-----------|
| 5. CONCLUSIONES | 75 |
|------------------------|-----------|

CAPÍTULO VI

| | |
|---------------------------|-----------|
| 6. RECOMENDACIONES | 77 |
|---------------------------|-----------|

CAPÍTULO VII

| | |
|------------------------|-----------|
| 7. RESUMEN | 79 |
| 8. SUMMARY | 82 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | |
| 10. ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-----------|
| Tabla 1. Composición bioquímica del biol | 20 |
| Tabla 2. Composición química del biol | 22 |
| Tabla 3. Elementos adicionales encontrados en el biol | 23 |
| Tabla 4. Relación del agua y estiércol para la elaboración del biol | 23 |
| Tabla 5. Esquema del adeva (Análisis de Varianza) | 45 |
| Tabla 6. Análisis del uso actual y potencial del suelo | 58 |
| Tabla 7. Análisis del Biol | 59 |
| Tabla 8. Análisis Micológico | 59 |
| Tabla 9. Análisis Bacteriológico | 59 |
| Tabla 10. Análisis Nematológico | 60 |
| Tabla 11. Altura de la planta a los 30 días en cm. | 60 |
| Tabla 12. Análisis de Varianza de la altura de la planta a los 30 días | 60 |
| Tabla 13. Altura de la planta a los 60 días | 61 |
| Tabla 14. Análisis de Varianza de la altura de las plantas a los 60 días | 61 |
| Tabla 15. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales a los 60 días | 62 |
| Tabla 16. Altura de la planta a los 90 días | 63 |
| Tabla 17. Análisis de Varianza de la altura de las plantas a los 90 días | 63 |
| Tabla 18. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales a los 90 días | 64 |
| Tabla 19. Días para la Floración | 65 |
| Tabla 20. Análisis de Varianza de Días para la Floración | 65 |

| | |
|---|-----------|
| Tabla 21. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales de días para la Floración | 66 |
| Tabla 22. Número promedio de Vainas por Planta | 67 |
| Tabla 23. Análisis de Varianza del Número promedio de Vainas por Planta | 67 |
| Tabla 24. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales del Número promedio de Vainas por Planta | 68 |
| Tabla 25. Longitud de las Vainas | 69 |
| Tabla 26. Análisis de Varianza de la Longitud de las Vainas | 69 |
| Tabla 27. Número promedio de Granos por Vaina | 70 |
| Tabla 28. Análisis de Varianza del Número Promedio de Granos por Vaina | 70 |
| Tabla 29. Peso de 1000 Granos por cada Tratamiento (Kg) | 71 |
| Tabla 30. Análisis de Varianza del Peso de 1000 Granos por cada Tratamiento | 71 |
| Tabla 31. Rendimiento (Kg/ha) | 72 |
| Tabla 32. Análisis de Varianza del Rendimiento | 72 |
| Tabla 33. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales del Rendimiento | 73 |
| Tabla 34. Análisis Micológico | 74 |
| Tabla 35. Análisis Bacteriológico | 74 |
| Tabla 36. Análisis Nematológico | 74 |
| Tabla 37. Análisis Nutricional del fréjol | 74 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-----------|
| Fig. 1. Preparación y fermentación del Biol | 48 |
| Fig. 2. Laboreo del Suelo | 49 |
| Fig. 3. Laboreo del Suelo | 50 |
| Fig.4. Labores de Siembra | 50 |
| Fig. 5. Labores de Siembra | 51 |
| Fig. 6. Labores de Siembra | 51 |
| Fig. 7. Distancia de siembra | 51 |
| Fig. 8. Distancia de siembra | 52 |
| Fig. 9. Fertilización | 52 |
| Fig. 10. Deshierba o rascadillo | 53 |
| Fig. 11. Aporque | 53 |
| Fig. 12. Aporque | 54 |
| Fig. 13. Aplicación del Biol | 54 |
| Fig. 14. Control de Plagas y Enfermedades | 55 |
| Fig. 15. Control de Plagas y Enfermedades | 56 |
| Fig. 16. Abastecimiento de Agua para el Riego | 56 |
| Fig. 17. Labores de Cosecha | 57 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Gráfico. N° 1 Agricultura Convencional | 31 |
| Gráfico. N° 2 Agricultura Agroecológica | 36 |
| Gráfico. N° 3 Delimitación de la superficie del experimento | 49 |

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Esquema de las parcelas del ensayo

Anexo 2. Gráficos de las variables evaluadas

Anexo 3. Análisis de suelos

Anexo 4. Análisis de las muestras de Biol

Anexo 5. Análisis Nemotológicos, Micológico y Bacteriológico antes de la Siembra

Anexo 6. Análisis Nemotológicos, Micológico y Bacteriológico después de la Siembra

Anexo 7. Análisis Nutricional del grano de fréjol

Anexo 8. Costos de Producción de una Hectárea de Fréjol Tunibamba Imbabura

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más evidentes que enfrenta la humanidad, actualmente, es la degradación del medio ambiente; este hecho se produce por el uso excesivo e incorrecto de la tecnología, la industria y de la ciencia. La desproporcionada fertilización química, realizada en los últimos años, ha atentado contra la calidad del medio ambiente y la salud del hombre, en dos aspectos principales:

- a) Contaminación de las aguas por nitratos y fosfatos (eutrofización).
- b) Contaminación y Acumulación de metales pesados, en particular del cadmio, en los productos vegetales.

Los beneficios de la llamada Revolución Verde son indiscutibles, pero han surgido algunos problemas; los dos más importantes son los daños ambientales y la gran cantidad de energía que hay que emplear en este tipo de agricultura. Para

mover la maquinaria agrícola y transportar los productos agrícolas se necesita combustible; para construir presas, canales y sistemas de irrigación hay que gastar energía; para fabricar fertilizantes y pesticidas se emplea el petróleo.

La agricultura siempre ha producido un impacto ambiental fuerte. Hay que talar bosques, para tener suelo apto para el cultivo; hacer embalses de agua para regar, canalizar ríos, etc. La agricultura moderna ha multiplicado los impactos negativos sobre el ambiente como la destrucción y salinización del suelo, la contaminación por plaguicidas y fertilizantes, la deforestación o la pérdida de biodiversidad genética. También se presentan algunos daños a la salud de los agricultores o de otras personas. Estos son problemas muy importantes a los que hay que hacer frente, para poder seguir disfrutando de las ventajas que la revolución verde nos ha traído, (WWW1.ceit.es./asignaturas/ecología).

De cara a esta realidad, es de gran importancia rescatar los conocimientos ancestrales de la agricultura conservacionista de los suelos, que fue practicada por las culturas aborígenes, mediante las prácticas sencillas y de bajo costo como son: los cultivos asociados, la incorporación de estiércoles, el descanso adecuado de los suelos “barbecho”, para mantener su fertilidad, entre otras actividades y así alcanzar una agricultura sustentable.

El uso del Biol, se plantea como una alternativa tecnológica de carácter orgánica, orientada a mejorar la productividad y calidad de los cultivos, especialmente en sectores donde hay limitaciones causadas por el estrés fisiológico. Por otra parte el

uso de Fitoestimulantes y otros insumos de carácter biológico contribuyen a la obtención de productos “limpios”, que en los mercados internacionales gozan de mayor aceptación.

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el fréjol clase dicotiledónea, de la familia de las leguminosas, cuyo nombre científico es, (*Phaseolus vulgaris*) y conocido comúnmente con los nombres de poroto, fríjol, fréjol, vainica, cachucha, habichuela, judía, ejote, alubia, o caraota, es una de las leguminosas de buen consumo en países latinoamericanos, como Cuba, México, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, y muy apetecida en Europa, Estados Unidos y el Japón. Su importancia es máxima ya que se difunde por los cinco Continentes y por constituir el complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia, principalmente en Centro y Sudamérica.

El ensayo experimental del cultivo del fréjol se realizó en la Hacienda de Tunibamba, en la comunidad del mismo nombre, en el cantón Cotacachi, de la provincia de Imbabura, con el auspicio de UCODEP ¹, entidad que se dedica a fomentar la aplicación de la agricultura orgánica en catorce comunidades, en las que trabaja dicho proyecto, con la participación de la UNORCAC ².

Nuestro estudio se centro en la evaluación de esta alternativa, con la aplicación del fitoestimulante Biol, en disoluciones al 5 y 10 %, en el cultivo del fréjol, para medir la producción y productividad de dicho ensayo, comparándolo con los otros

¹ Asociación para la Solidaridad y la Cooperación Internacional

² Unión de Organizaciones Campesinas de Cotacachi

ensayos, como: fertilización con humus de lombriz, fertilización química con el abono 10-30-10 y el testigo.

Como expectativa en el plan de la presente investigación fue de reducir la degradación de los suelos, a fin de que este ensayo sirva de ejemplo de la utilidad en los cultivos de fréjol, y de esta manera beneficiar los ingresos económicos de la comunidad de Tunibamba.

Del resultado obtenido se concluyó, que la aplicación de este fitoestimulante es beneficiosa, ya que redujo los costos de producción; y se obtuvieron buenos rendimientos en productividad, acercándose a los resultados anteriores obtenidos con la fertilización química.

La recomendación que nosotros como investigadores damos, es la utilización del fitoestimulante Biol, ya que con su aplicación se obtiene un producto limpio, lo que demuestra que no tiene ningún contaminante que afecte a la salud de los productores y consumidores, y, a la vez, preserva el recurso orgánico del suelo aumentando las colonias de hongos, bacterias y nemátodos, los mismos que son benéficos para el cultivo investigado.

OBJETIVOS.

Objetivo general:

- ◆ Demostrar que el fitoestimulante BIOL aplicado al suelo y como estimulante foliar, puede mejorar notablemente la producción y productividad del fréjol; y, produce mejor rentabilidad económica más que el humus de lombriz y la fertilización química.

Objetivos específicos:

- ◆ Patentizar que la producción y productividad de los cultivos de fréjol, mediante la aplicación del fitoestimulante Biol, evite la degradación del suelo y su aplicación práctica y permanente permitir desarrollar una agricultura sustentable.
- ◆ Evaluar la producción obtenida con diferentes dosis de aplicación del fitoestimulante Biol en el cultivo de fréjol, al suelo y el follaje, y, de esta manera, determinar que sí se puede mejorar la producción, comparándola con la fertilización con humus de lombriz y los productos químicos.
- ◆ Desarrollar tecnologías alternas de producción, al alcance de los pequeños agricultores, con la finalidad de mejorar sus ingresos económicos.
- ◆ Disminuir los costos de producción del fréjol mediante la utilización del fitoestimulante Biol, como fertilizante y estimulante foliar.

- ◆ Reducir la dependencia de los agroquímicos por parte de los agricultores, para la producción de sus cultivos, y, a la vez propender e incentivar la agricultura autosustentable o ecológica.

- ◆ Evaluar la Microfauna del suelo antes y después de la aplicación del fitoestimulante Biol.

- ◆ Utilizar el manejo sustentable de los recursos naturales: suelo, agua y atmósfera.

HIPÓTESIS.

Con aplicaciones del fitoestimulante Biol al suelo y área foliar del cultivo de fréjol, se pueden mejorar los rendimientos si se comparan con los resultados de los fertilizados con humus y fertilizantes químicos, alcanzado de aquella manera una producción sustentable.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Suelo.

El nombre suelo se derivó de la palabra latina SOLUM, que significa piso o superficie de la tierra, campo. La definición del suelo es compleja y sufre diferentes acepciones de acuerdo a la actividad que se le dedique y desde el punto de vista que se pretende.

Se considera agrícolamente al suelo como un cuerpo natural dinámico, compuesto de material inorgánico, que contiene además coloides orgánicos, material muerto y vivo de plantas y animales, agua y gases en cantidades variables, pero balanceados para la producción de las cosechas (Biblioteca de la Agricultura, 1997).

El suelo varía en espesor, desde unos pocos centímetros hasta 2 ó 3 metros.

2.2. El Suelo Agrícola.

Al analizar “in situ” una porción del suelo agrícola se diferencian dos partes: **la fisiografía y la morfología.**

La **fisiografía** es la parte externa, superficial, en la que se nota, en definitiva, las peculiaridades de la superficie del terreno: pendiente, pedregosidad, vegetación, etc. La fisiografía nos dará una idea de las labores agrícolas que se pueden realizar en la superficie.

La **morfología** es la parte oculta, aquella que no vemos si no realizamos excavaciones, que permitirán conocer el material edáfico con el que se debe enfrentar: propiedades físicas, químicas y sus consecuentes posibles correcciones (Biblioteca de la Agricultura, 1997).

Desde el punto de vista exclusivamente agrícola, nos interesa el estudio de las dos partes.

Los suelos deben ser profundos, ricos en materia orgánica y francos; ya que el sistema radicular del fréjol es bastante ramificado y muchas veces profundo (Mortessen y Bullard, 1971).

Casseres (1980), indica que el fréjol requiere suelos livianos, bien drenados, pero se puede producir aun en suelos pesados. El pH óptimo está entre 5.5 y 6.0. El

suelo debe estar bien preparado, sin terrones grandes, y sin hondonadas donde se empoce el agua.

2.3. El Agua y su Función en el Suelo.

La presencia del agua es vital para el crecimiento de las plantas, no sólo porque necesitan de ella para realizar sus procesos fisiológicos, sino también porque el agua contiene nutrientes en solución. La lluvia y otras formas de precipitación constituyen los aportes de agua, pero poco beneficiarían a las plantas si el suelo no pudiera almacenarla para el uso de los vegetales. La capacidad del suelo para almacenar agua depende de su profundidad, textura, estructura y del contenido de materia orgánica (Biblioteca de la Agricultura, 1997).

La importancia del agua es de tal magnitud que de no existir, no sería posible la vida. Desde el punto de vista agrícola, guarda mucha interrelación con el suelo, en esta forma:

- a) Debe existir agua para satisfacer los requerimientos de la evapotranspiración de las plantas en crecimiento.
- b) El agua actúa como un solvente y junto con los elementos nutrientes forma la solución del suelo.
- c) La cantidad de agua existente en el suelo controla la cantidad del aire y la temperatura de aquel mismo suelo.

- d) Una elevada cantidad de agua sobre la superficie del suelo incide sobre la erosión de éste, mediante el fenómeno de escorrentía.

2.4. Clima.

Según Mortessen y Bullard (1971), el fréjol o fríjol se produce bien en climas moderadamente cálidos y frescos, con temperaturas que van de los 15° a 20°C. Cuando las precipitaciones son fuertes o en grandes proporciones la producción del fréjol disminuye.

En la provincia de Imbabura el fréjol (*Phaseolus vulgaris*) es un cultivo importante. Se siembran anualmente 15.000 hectáreas, de las cuales 9.000 corresponden a fréjol arbustivo en unicultivo; estos cultivos están localizados principalmente en Pimampiro, Valle del Chota y Urcuquí, entre los 1.600 y 2.400 metros sobre el nivel del mar. La mayor parte de la superficie cultivada se siembra en dos épocas: Febrero-Abril y Septiembre-Noviembre, bajo condiciones de riego. Las variedades más utilizadas son de grano rojo moteado y tipo cargabello, de gran demanda en el mercado colombiano (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1992).

Los vientos secos en la época de floración perjudican una polinización adecuada, ya que las flores se caen por deshidratación (Casseres, 1980).

2.5. El Abono.

Abono o Fertilizante, sustancia o mezcla química natural o sintética son utilizados para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

El abonar o fertilizar, es la operación que consiste en aumentar la fertilidad de la tierra, mediante el añadido de sustancias orgánicas e inorgánicas. Los abonos o fertilizantes pueden ser químicos u orgánicos (Encarta, 2003).

Estos son sistemas mediante los cuales el hombre modifica las concentraciones de iones del suelo, de forma natural o sintética, con la finalidad de aumentar la producción de sus cosechas. Estas modificaciones suelen ser, evidentemente, en forma de incremento positivo, y los productos que se utilizan varían desde el estiércol natural hasta los abonos de mezcla o síntesis química, pasando por la importación de minerales ricos en nutrientes (Biblioteca de la Agricultura, 1997).

2.5.1. Abono químico.

Con la Revolución Industrial del siglo XIX, se inició la investigación y desarrollo de los abonos químicos o abonos inorgánicos sintetizados en el laboratorio. Hacia 1840 Liebig y su escuela alemana de químicos agrarios empezaron a fabricar los primeros abonos artificiales, en especial los potásicos. Durante 1898, William Crookes comenzó a buscar medios químicos con la finalidad de abastecer de nitrógeno al suelo, pero fue en 1906 cuando Heber y, posteriormente K. Borch

fabricaron el primer abono sintético nitrogenado químico (Biblioteca de la Agricultura, 1997).

Los abonos químicos aportan elementos directamente asimilables por las plantas; no obstante, pueden tener efectos secundarios indeseables, como eliminar las bacterias que se encargan de hacer asimilables los distintos elementos del suelo para la nutrición de las plantas y, además, acostumbran a que los cultivos dependan de los aportes continuos de estos abonos. Pueden ser simples o compuestos dependiendo de la cantidad de elementos que contengan (Encarta, 2003).

La agronomía moderna comete grandes errores y contradicciones en la enseñanza y en la investigación, como por ejemplo:

Se nos quiere hacer creer que los principales elementos de los vegetales son N, P, K (nitrógeno, fósforo y potasio), lo cual es falso; no se nos enseña que oxígeno, carbono e hidrógeno, son los principales componentes de los vegetales, debido a que: Los vegetales están compuestos por 80% de agua y 20 % de materia seca (18 a 19 % que proviene gratuitamente del aire y del agua, y 1 a 2 % que proviene de los minerales del suelo). Por lo tanto, el arte del agricultor es trabajar de manera que ese porcentaje del 1 a 2 % resulte también completamente gratuito, lo que se puede lograr fácilmente si no se realizan acciones contrarias a la naturaleza (Roger, 1982).

2.5.2. Abono orgánico.

Los abonos orgánicos aportan muchas bacterias y elementos necesarios para las plantas; pero, en general, no tienen efectos tan rápidos. Sin embargo, a medio plazo, aportan fertilidad al suelo. Pueden ser restos en descomposición, como el estiércol, o sin descomponerse, como la paja o leguminosas cultivadas para después enterrarlas. Además, determinadas sustancias minerales se utilizan para corregir las deficiencias del suelo, tales como la acidez o la carencia de algún oligoelemento (Encarta, 2003).

2.6. Fertilización Orgánica.

Suquilanda (1996), sostiene que el objetivo de la fertilización es efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz, por medio de los fenómenos físico-químicos que tiene lugar en su seno, de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada. Para lograr este objetivo, es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización.

Además, el autor antes citado, indica que el método de fertilización orgánica, desiste conscientemente del abastecimiento con sustancias nutritivas solubles en agua y de la ósmosis forzada, proponiendo alimentar a la inmensa cantidad de microorganismos del suelo de manera correcta y abundante, dejando a cargo de ella la preparación de sustancias nutritivas en forma altamente biológica y más provechosa para las plantas.

En el contexto antes referido, la agricultura orgánica se sirve de la microflora y de la microfauna como sus adyacentes más fieles, seguros y baratos; mientras el método convencional (agroquímico) los elimina y desiste conscientemente de ellos. Es importante señalar que el método orgánico de fertilización permite realizar aportes minerales complementarios al suelo, bajo la forma de productos naturales tales como: sedimentos marinos o terrestres, rocas molidas, etc. (Suquilanda, 1996).

Últimamente los organismos, que rigen a nivel mundial los movimientos a favor de la producción orgánica de cultivos, están permitiendo el uso complementario de sales fertilizantes, tales como: muriato de potasa y sulpo-mag, indicando que estas no tienen mayor movilidad en el suelo y por lo tanto no constituyen peligro de contaminación para las aguas subterráneas.

Los aportes minerales, como las sales permitidas, no afectarán de forma sistemática sino únicamente en función de las necesidades del suelo y de las plantas. Estas necesidades se determinan por medio de análisis de suelo, de los tejidos de las plantas y de observaciones hechas sobre los vegetales (plantas cultivadas o flora espontánea).

2.7. Fitoestimulantes Orgánicos.

2.7.1. Ácidos húmicos.

Según Montilla (1996), es un hecho que actualmente los ácidos húmicos-fúlvicos (AAHHFF) se encuentren en el mercado como elementos fertilizantes del suelo y por lo tanto de la planta; y no es menos real que técnicos y productores se decepcionen o se opongan a su uso, bien por que creen que la materia orgánica no es necesaria para la actividad vegetal, o por que sean partidarios exclusivos del estiércol como único aporte orgánico complementario al suelo.

Hay que aceptar de antemano que, la comercialización de estos AAHHFF, o como normalmente se le denomina por agricultores “estiércol líquido”, se viene realizando en Europa, principalmente en España, de forma masiva desde 1980. Esto indica que se lo vende desde hace 23 años, extendiéndose rápidamente al resto de naciones, de tal forma que en la actualidad, prácticamente todas las comarcas agrícolas utilizan estos productos o los están probando y ensayando.

La solución a la pregunta de por qué los AAHHFF se han difundido rápidamente y en forma tan extensa, hay que encontrarla en varias razones, que en conjunto dan la respuesta:

- En primer lugar, la cantidad de las materias orgánicas, estiércoles, etc., que se comercializa, es baja, por que suelen tener exceso de humedad y mucha tierra, o

no se puede encontrar en el mercado de una manera continua y los precios son elevados, al igual que los de la mano de obra para su aplicación.

- En segundo lugar, los sistemas de riego actuales no permiten que a través de ellos pase la materia orgánica sólida, ya que obstruirían cañerías, filtros, goteros, microaspersores, etc.

- Y en tercer lugar, desde que se están utilizando los AAHHFF, los resultados son positivos para los cultivos y, como consecuencia de ello, éstos son utilizados cada día más.

Antes de utilizar los AAHHFF, de forma particular, se prefiere la materia orgánica (M.O) del suelo (Montilla. 1996).

Montilla (1996), sostiene que la M.O. total de un suelo comprende genéricamente dos fracciones; el humus propiamente dicho, y la materia orgánica no húmificada en la que se incluyen los restos de los vegetales, estiércol fresco, deyecciones y restos de animales y microorganismos. De forma más precisa la enciclopedia Terranova (1995), sostiene que la materia orgánica se divide en tres partes, la mayoría de veces no muy bien separada:

a. Materia orgánica no evolucionada, que proviene de animales y vegetales que se encuentran en el suelo, de forma no descompuesta, cuya existencia es transitoria en función de la actividad biológica y de la regularidad del aporte.

La materia orgánica puede encontrarse en el suelo cuando su incorporación al mismo se ha efectuado en forma reciente. Esta M.O. debe evolucionar para que pueda activar la fisiología vegetal. A veces se da el caso de encontrar en el suelo M.O. sin descomponer y que procede de incorporaciones antiguas; se trata de una M.O. que no ha evolucionado o que lo ha hecho muy poco. Esto conlleva a deducir que puede ser peligrosa su acumulación (Montilla, 1996).

b. Materia orgánica evolucionada; es más compleja que la fracción anterior y compuesta principalmente por proteínas, ligninas, grasas y ácidos grasos, fenoles, hidratos de carbono y derivados, etc. Proviene de la M.O. no evolucionada principalmente. Esta fracción se la denomina como “humus joven” (Terranova 1995).

c. Sustancias húmicas, que son sintetizadas principalmente en el suelo por microorganismos, dando como resultado unas moléculas grandes y complejas. Proceden de la fracción anterior, siendo su desaparición gradual, y es la parte que se denomina “humus estable”; comprende principalmente ácidos húmicos, la humina, los ácidos fúlvicos y los ácidos humatomelánicos (Terranova 1995).

Esta fracción provoca simultáneamente una estimulación sobre la fisiología vegetal y una mejora de estructura del suelo. Bajo esta acción, la M.O. ejerce una acción tampón; es decir que mantiene los macro y microelementos, y tiene con respecto al suelo mejores propiedades que el humus joven (Montilla, 1996).

2.8. El Biol.

2.8.1. Descripción.

El Biol es una fuente de fitoreguladores, que se obtienen como producto de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (Suquilanda, 1996).

Claire (1992), afirma que el Biol es el principal producto de efluente y que está constituido casi totalmente de sólidos disueltos (nutrientes solubles) y agua. Es el efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor. Por medio de filtración y floculación se puede separar la parte líquida de la sólida, obteniéndose así un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales. El Biol es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofогénica de los vegetales, mediante un incremento apreciable del área foliar efectiva.

Medina (1990), dice que el Biol es considerado un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas y al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando substancialmente la producción y calidad de las cosechas.

El Biol se presenta como una interesante alternativa para el manejo de cultivos anuales o semiperemnes como la alfalfa (Centro Universitario de Capacitación Agrobiogenético, 1994).

De acuerdo con el Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial (1983), la fermentación anaeróbica es un proceso, mediante el cual una gran variedad de desechos orgánicos como: heces fecales, estiércol de animales, desechos industriales, desechos vegetales, aguas cloacales y otros, en un ambiente sin aire, pueden ser convertidos en un combustible rico en metano, llamado “BIOGÁS”, y un residuo semisólido, rico en nitrógeno, llamado “BIOABONO” o efluente.

Velastegui y Mateo (1992), manifiestan que al interior del digestor, en un proceso de digestión lenta, los materiales se van estratificando en las siguientes capas, comenzando por el fondo.

- a) Lodo, representa del 30-40% del material crudo original con un alto contenido fertilizante.
- b) Sobrenadante, que representan sólidos disueltos (BIOL).
- c) Nata, que es una espuma consistente en una mezcla de material fibroso grueso, gas y líquido. Su acumulación causa problemas.
- d) Biogás, que es un gas producto de la digestión y rico en metano.

2.8.2. Composición bioquímica del biol.

La composición bioquímica del Biol es la siguiente:

Tabla 1. Composición bioquímica del biol

| COMPUESTO | BIOL (mg/g) |
|-----------------------|-------------|
| Ácido indo acético | 8.19 |
| Giberelinas | Trazas |
| Purinas | --- |
| Tiamina (B1) | 259.0 |
| Riboflavina (B2) | 56.4 |
| Piridoxina (B6) | 8.8 |
| Ácido pantoténico | 142.0 |
| Ácido fólico | 6.71 |
| Cianocobalamina (B12) | 4.4 |
| Triptófano | 26.0 |

Fuente: Gloria SA. / ITINTEC. INFORVEST C.A. (VENEZUELA).

Medina (1992), afirma que “El Biol contiene hormonas y precursores hormonales que conllevan a un mejor desarrollo de la planta”.

De acuerdo con el contenido bioquímico del Biol notamos la presencia de giberelinas y auxinas representadas por Ácido Indolacético (A.I.A.).

Las Giberelinas, son compuestos isoprenoides procedentes del ácido mevalónico.

Se sintetizan básicamente en las hojas jóvenes y en las semillas (Medina, 1992).

La aplicación externa de las giberelinas, exigen el mismo tratamiento de las fitohormonas de crecimiento tipo natural, ya que presentan los siguientes efectos fisiológicos (Devlim, 1970).

- Estimulan el crecimiento, especialmente en las de tipo innato.
- Estimulan la germinación de las semillas y la terminación del reposo.
- Alargamiento del tallo.
- La división celular.

Miller (1967), expresa que en un experimento con fréjol en el que aplicó giberelinas se produjeron plantas largas, delgadas y cloróticas.

Las Auxinas, es, termino genérico con que se designa a los compuestos caracterizados por su capacidad para inducir el alargamiento de las células del brote. En general las auxinas o son ácidos con un núcleo cíclico saturado, o derivados de tales ácidos (Devlim, 1970).

Estrada (1989), manifiesta que el Ácido Indoacético (A.I.A) es la principal auxina natural presente en la mayoría de las plantas. Se sintetiza a partir del triptófano principalmente en primordios foliares, hojas jóvenes y semillas en desarrollo.

Las auxinas se producen en las partes aéreas de las plantas y se hallan en mínimas cantidades o concentraciones en las células (Miller, 1967).

Las auxinas participan en los fenómenos de dominancia apical, de morfogénesis, de cuajado de frutos, de partenocarpia y otros (Sivori, 1980).

Según Devlim (1970), los efectos fisiológicos de las auxinas son:

- Alargamiento celular.
- Dominancia apical.
- Iniciación radicular.
- Partenocarpia.
- Abscisión.
- Formación de callo.
- Respiración.

2.8.3. Composición química del biol.

El Biol presenta una cantidad bastante equilibrada de nutrientes los cuales influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas según Medina (1992), ésta es la composición del Biol.

Tabla 2. Composición química del biol

| COMPONENTE | BIOL PROVENIENTE DE ESTIÉRCOL (%) |
|---------------------|--|
| Sólidos totales | 5.6 |
| Materia orgánica | 38.0 |
| Fibra | 20.0 |
| Nitrógeno | 1.6 |
| Fósforo | 0.2 |
| Potasio | 1.5 |
| Calcio | 0.2 |
| Azufre | 0.2 |
| Nitrógeno amoniacal | 0.3 |

Fuente: Medina, A. El biol fuente de fitoestimulante en el desarrollo agrícola, 1990, Bolivia.

2.8.4. Elaboración del biol.

El informe de USAID², recomienda usar cualquier desecho orgánico vegetal o animal para la elaboración del Biol, con la recomendación de que estén cortados en partículas para que haya mayor área expuesta a la acción de las bacterias.

Tabla 3. Elementos adicionales encontrados en el biol

| COMPONENTE | ppm |
|------------|-------|
| Magnesio | 320.0 |
| Hierro | 50.0 |
| Manganeso | 1.0 |
| Cobre | 8.0 |
| Zinc | 32.0 |

Fuente: LABORAR, Laboratorio Bromatológico, 1992, Ecuador.

Medina (1990) y Claire (1992), dicen que para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia orgánica, de la materia prima o biomasa y la temperatura de la digestión debe ser de 25-30 °C, la acidez (pH) alrededor de 7 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se den cuando este está herméticamente cerrado, tomando en cuenta la relación materia prima y agua destinada a la fermentación.

2.8.5. Relación de agua y estiércol para elaboración de biol.

Tabla 4. Relación del agua y estiércol para la elaboración del biol

| FUENTE DE ESTIERCOL | ESTIERCOL | % | AGUA | % |
|---------------------|-----------|----|---------|----|
| Bovino | 1 parte | 50 | 1 parte | 50 |
| Porcino | 1 parte | 25 | 3 parte | 75 |
| Avícola | 1 parte | 25 | 3 parte | 75 |

Fuente: Claire, (UMSS-GATE), 1992, Bolivia.

² Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

La biomasa puede permanecer en el digestor de 38 a 90 días dependiendo de las condiciones de clima, humedad, tipo de estiércol, etc.

2.8.6. Usos.

Ya sea que el Biol se emplee por vía foliar mediante pulverizaciones manuales o mediante riego por aspersión, o que se haga por vía radicular, a través de riegos por gravedad, estos procedimientos traen consigo incremento notable del sistema radicular por efecto de la tiamina, entre otros componentes que se hallan en su composición (Centro Universitario de Capacitación Agrobiogenético, 1994).

El Biol se puede emplear en forma pura y en disoluciones crecientes a razón de 600 l/ha, ya sea por aspersión o por imbibición a la semilla, con resultados positivos en la mayoría de cultivos (Claire, 1992).

El Biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz.

Claire (1992), indica que por su contenido de nutrientes y su alta solubilidad en el agua permite hacer aplicaciones intensivas de Biol, que puede ser bombeado por un sistema de irrigación por aspersores y directamente distribuido en surcos sobre pastos o al pie de las plantas. Menciona además, que se utiliza como inóculo para

otros digestores formando con ellos al 10% de la carga diaria, también como fertilizaciones de estanques de algas y otras plantas acuáticas, como abono foliar al 50% previamente filtrado, también mejorar semillas al 25% y como enraizador.

Medina (1990), manifiesta que el Biol una vez almacenado en un digestor puede ser llevado directamente a un canal de regadío interno, a un camión cisterna, a un tanque de fertilización de riego por aspersión, o a otros depósitos como cilindros para ser asperjados posteriormente a las plantas por medio de bombas de mochila. Es necesario filtrarlo previamente en cedazos, filtros de alambre o de tela.

2.8.7. Frecuencia de usos.

Se considera necesaria una sola aplicación mediante la imbibición de las semillas, aplicándose en algunas ocasiones también al follaje. La acción básicamente está asociada a la diferenciación vegetativa de las plantas y debe aplicarse en momentos de mayor actividad fisiológica de los cultivos; en la mayoría de especies esto depende de sus características fenológicas. Se debe aplicar en un promedio de tres veces por ciclo (Claure, 1992).

2.8.8. Aplicaciones agronómicas.

Según Claure (1992), debido a la composición bioquímica del Biol, se debe indicar que este fitoregulador orgánico tiene acción en las siguientes aplicaciones agronómicas:

- Activador de semillas.
- Enraizamiento.
- Acción sobre el follaje.
- Acción sobre la floración.

2.9. La Revolución Verde.

Desde 1950 la producción agrícola ha ido aumentando continuamente, a un ritmo que ha superado con creces al muy importante aumento de la población, hasta alcanzar una producción de calorías alimenticias, que serían suficientes para toda la humanidad, si estuvieran bien repartidas.

Este incremento se ha conseguido, principalmente, sin incorporar nuevas tierras al cultivo, sino aumentando el rendimiento por superficie, es decir consiguiendo mayor producción por cada hectárea cultivada. Es lo que se conoce como revolución verde.

El aumento de la productividad se ha conseguido con la difusión de nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento, unida a nuevas prácticas de cultivo que usan grandes cantidades de fertilizantes, pesticidas y tractores y otro tipo de maquinaria pesada.

Algunos de los logros más espectaculares de la revolución verde fueron el desarrollo de variedades de trigo, arroz y maíz con las que se multiplicaba la

cantidad de grano, que se podía obtener por hectárea. Cuando a lo largo de los años 1960 y 1970 se fueron introduciendo estas mejoras en Latinoamérica y en el Asia, muchos países que hasta entonces habían sido deficitarios en la producción de alimentos pasaron a ser exportadores. Así la India, país que sufría el azote de periódicas hambrunas, pasó a producir suficiente cereal para toda su población; Indonesia que tenía que importar grandes cantidades de arroz se convirtió en un país exportador (WWW1.ceit.es./asignaturas/ecología).

2.9.1. Problemas con la revolución verde.

Los beneficios traídos por la mejora agrícola de la llamada Revolución Verde son indiscutibles, pero han surgido algunos problemas. Los dos más importantes son los daños ambientales, de los que trataremos con más detalle a continuación, y la gran cantidad de energía que hay que emplear en este tipo de agricultura. Para mover los tractores y otras máquinas agrícolas se necesita combustible; para construir presas, canales y sistemas de irrigación hay que gastar energía; para fabricar fertilizantes y pesticidas se emplea petróleo; para transportar y comerciar por todo el mundo con los productos agrícolas se consumen combustibles fósiles. Se suele decir que la agricultura moderna es un gigantesco sistema de conversión de energía, del petróleo fundamentalmente, en alimentos.

Como es fácil de entender la agricultura actual exige fuertes inversiones de capital y un planteamiento empresarial muy alejado del de la agricultura tradicional. De hecho de aquí surgen algunos de los principales problemas de la distribución de

alimentos. El problema del hambre es un problema de pobreza. No es que no haya capacidad de producir alimentos suficientes, sino que las personas más pobres del planeta no tienen recursos para adquirirlos.

En la agricultura tradicional, también llamada de subsistencia, la población se alimentaba de lo que producía la zona próxima a la que vivía. En el momento actual el mercado es global, y enormes cantidades de alimentos se exportan e importan por todo el mundo.

Para los próximos decenios se prevé que si bien la producción agrícola aumentará más rápidamente que la población mundial, este incremento será más lento que el actual. Esta disminución refleja algunas tendencias positivas. En muchos países la gente come hoy todo lo que desea, por lo que ya no hace falta aumentar la producción. Pero también refleja la triste realidad de centenares de millones de personas que necesitan desesperadamente más alimentos, pero que no se pueden comprar a los precios que animarían a los agricultores a producir más (WWW1.ceit.es./asignaturas/ecología).

2.9.2. Impactos ambientales de la agricultura moderna por agrotóxicos.

La agricultura siempre ha supuesto un impacto ambiental fuerte. Hay que talar bosques para tener suelo apto para el cultivo, hacer embalses de agua para regar, canalizar ríos, etc. La agricultura moderna ha multiplicado los impactos negativos sobre el ambiente. La destrucción y salinización del suelo, la contaminación por plaguicidas y fertilizantes, la deforestación o la pérdida de biodiversidad genética,

son problemas muy importantes a los que hay que hacer frente para poder seguir disfrutando de las ventajas que la revolución verde nos ha traído.

Los principales impactos negativos son:

- Erosión del suelo.
- Salinización y anegamiento de suelos muy irrigados.
- Uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas.
- Agotamiento de acuíferos.
- Pérdida de diversidad genética.

Los pesticidas tienen también sus riesgos, además de sus importantes ventajas.

Si acaban con las plagas es porque son sustancias **tóxicas**, y su uso excesivo e inapropiado puede causar contaminación, tanto del ambiente como de los mismos alimentos y, en algunos casos, daños en la salud de los agricultores o de otras personas (WWW1.ceit.es/asignaturas/ecología).

2.10. Sistema de Producción Convencional.

El sistema de producción convencional, se basa en el uso de tecnología e insumos externos y en la orientación de la producción al mercado, que se manifiesta en el uso de agroquímicos, y en el predominio del monocultivo. Se ha constituido en la propuesta oficial de los gobiernos, los mismos que la apoyan y difunden mediante

la importación de insumos y van promoviendo a través de sus programas de capacitación agropecuaria.

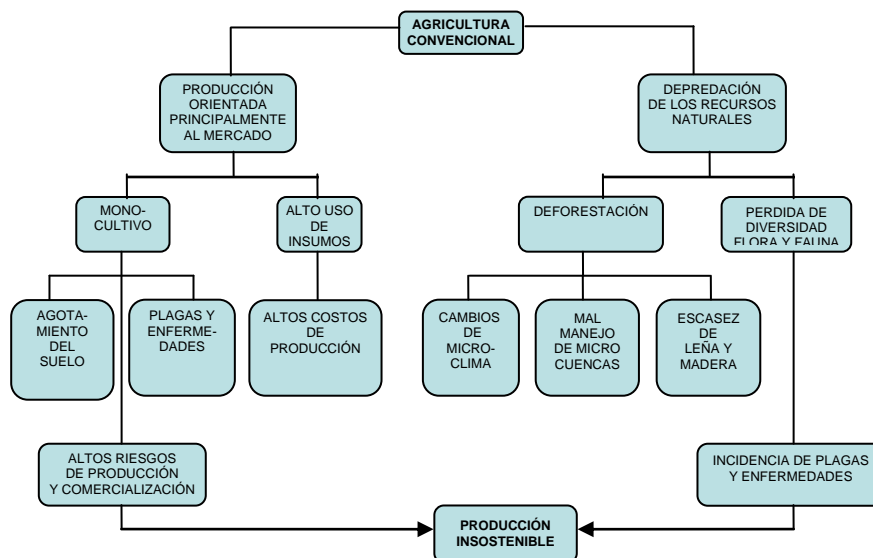
Este enfoque no toma en cuenta la diversidad ambiental ni la heterogeneidad socioeconómica y cultural, por lo tanto el desarrollo agrícola que impulsa no concuerda con las necesidades de los agricultores ni con las potencialidades agrícolas locales.

Básicamente este sistema se caracteriza por orientar la producción hacia el mercado, y por los acentuados procesos de degradación de los recursos naturales que implica su aplicación, y que se expresa en los siguientes problemas:

- Predominio de sistemas simples de cultivo (monocultivo).
- La especialización de la producción.
- Excesiva labranza del suelo.
- Uso de máquinas complejas y pesadas.
- Utilización de variedades híbridas de elevados rendimientos, que no se pueden reproducir, con escasa resistencia a los estrés bióticos (plagas-enfermedad-sequía).
- El uso excesivo de pesticidas que induce una mayor resistencia en las plagas y enfermedades.
- Contaminación del medio ambiente.
- Deterioro de las cuencas hidrográficas y disminución de los volúmenes de agua.

- Favorecimiento de la erosión hídrica y eólica.
- Constante pérdida de la fertilidad de los suelos y disminución de los rendimientos de los cultivos.
- Pérdida de la biodiversidad (uso de semillas híbridas mayormente) (Olivera, 2001).

Grafico. N° 1 AGRICULTURA CONVENCIONAL



2.11. Sistema de Producción Tradicional.

Estos tipos de sistemas han surgido de la experiencia acumulada, durante siglos, en la interacción del medio ambiente y en la de los agricultores; se basan fundamentalmente en el uso de insumos internos y en el conocimiento propio.

Estas experiencias han aportado mucho para el desarrollo de agroecosistemas sustentables.

Cuando aparecen las consecuencias negativas de la revolución verde, surge la necesidad de investigar el funcionamiento de los sistemas tradicionales, y se intenta buscar nuevas alternativas productivas que, en muchos casos conservan algunas características sustentables como:

- Buenos niveles de producción
- Alta biodiversidad
- Cultivos en simbiosis con las malezas
- Conservan características sustentables y conocimientos agronómicos tradicionales como:
 - Diferenciación y manejo de los diferentes pisos ecológicos.
 - Disminución de la erosión.
 - Conservación y mejoramiento de la fertilidad orgánica de los suelos.
 - Asociación y rotación de los cultivos.
 - Conservación y manejo adecuado del agua de consumo y de riego.
 - Manejo adecuado de policultivos.
 - Conocimiento y manejo sobre la taxonomía y genética de los cultivos.
 - Domesticación de las plantas y animales.
 - Conocimientos de las propiedades de las plantas medicinales, insecticidas y fungicidas.

Estos conocimientos son la base del enfoque “Agroecológico”, aunque en la actualidad corre el riesgo de perderse, por consistir en conocimientos que generalmente manejan los campesinos más viejos.

En el manejo de pequeñas y medianas propiedades se practican algunas tecnologías tradicionales sustentables: la incorporación de estiércoles, asociaciones (maíz – fréjol), cultivos diversificados etc., las que en la actualidad se viene combinando con tecnologías de la revolución verde, que provoca una continua pérdida de tecnologías sustentables.

Esto impide que los sistemas de producción vigentes sean sustentables, y causen el deterioro de los recursos naturales (Olivera, 2001).

2.12. La Agroecología.

La agricultura ecológica, recoge el conocimiento tradicional y no rechaza el conocimiento científico. Sin embargo, cuestiona la orientación de la agricultura convencional que observa la planta, desde su estructura exterior, olvidando la existencia de un lado interno que ordena los componentes materiales en función al medio ambiente y del universo. La agricultura agroecológica respeta las leyes naturales y sus principios, porque son estos los que hacen posible el funcionamiento de la vida.

El imitar la expresión de la naturaleza es incrementar la biomasa para el aporte de abonos orgánicos (el abono verde y otros), y fomenta los microorganismos para la mejor fertilidad del suelo, calidad y cantidad de nutrientes; es buscar una nutrición lenta y constante incrementando la nutrición vegetal indirecta a través del edafón y no directa, porque altera las fuerzas biológicas y el ecosistema. Lo anterior implica que el hombre no puede determinar los requerimientos de las sustancias tal como lo hace la naturaleza (Olivera, 2001).

Entre los principios del manejo Agroecológico se señalan los siguientes:

- a) Generar una dinámica productiva estable en el tiempo, capaz de afrontar los obstáculos naturales.
- b) Regenerar, conservar y utilizar adecuadamente los recursos locales y naturales.
- c) Utilizar los recursos, capacidades y conocimientos locales.
- d) Utilizar tecnologías adecuadas a la realidad social, cultural y ecológica, de los grupos.
- e) La autogestión local.

Según Olivera (2001) se nota que el enfoque agroecológico se basa en dos parámetros específicos vinculados con la economía y la ecología:

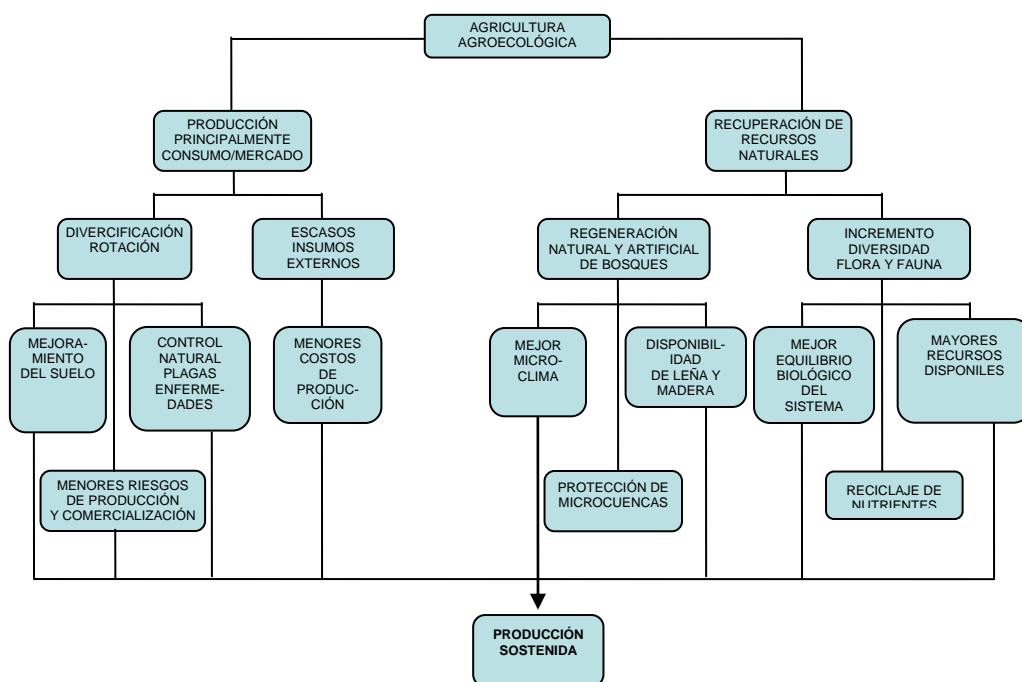
- Producción orientada, primero a satisfacer las demandas de las familias y luego, a la del mercado (no se pretende desconocer la importancia de éste).

- Recuperación y manejo adecuado de los recursos naturales (suelo, agua, vegetación y animales).

De tal forma, este enfoque se aplica con las siguientes orientaciones básicas:

- Elaborar sistemas integrales para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos (abonos orgánicos).
- Elaborar sistemas integrales de control de plagas y enfermedades, que incluya el control ecológico y biológico.
- Racionalizar el riego y el empleo de equipamiento acordes con los suelos y su topografía, y controlar la calidad del agua.
- El aprovechamiento máximo de los subproductos de las cosechas y el reciclaje de los mismos.
- Rotación adecuada y sistemas de cultivos múltiples.
- La determinación de aptitud del suelo, para agricultura de secano (temporal), y para cultivos y ecosistemas específicos.
- Integración agrícola, pecuaria y forestal.
- Presencia de sistemas agroforestales rentables.

Grafico. N° 2 AGRICULTURA AGROECOLÓGICA



2.13. El Fréjol *Phaseolus vulgaris*.

2.13.1. Origen.

Se ha señalado a América como origen del fréjol común *Phaseolus vulgaris*, principalmente México y Guatemala en Centro América, y Perú en Sudamérica; aunque, se encuentran otras especies distribuidas en Colombia, como lo afirma (Caicedo, 1972).

Casseres (1980), señala que aunque el fréjol es de origen americano, las especies mejoradas surgieron en Europa y después en toda América. En las épocas

precolombinas varias especies de *Phaseolus* eran artículos importantes en la alimentación, desde el actual Canadá hasta Chile y Argentina. El fríjol y sus formas mejoradas se identifican botánicamente como *Phaseolus vulgaris*, del cual hay gran variación en cuanto a formas de crecimiento, color de semilla y de la vaina, y épocas de producción. El género *Phaseolus* contiene unas 200 especies y es probablemente el más importante, económicamente.

2.13.2. Taxonomía.

Font Quer (1982), clasifica al fréjol así:

| | |
|--------------|--------------------|
| REINO | : Vegetal |
| DIVISIÓN | : Fanerógamas |
| SUB-DIVISIÓN | : Angiospermas |
| CLASE | : Dicotiledóneas |
| FAMILIA | : Leguminosas |
| SUBFAMILIA | : Papilionácea |
| GÉNERO | : <i>Phaseolus</i> |
| ESPECIE | : <i>vulgaris</i> |
| VARIEDAD | : Cargabello |

Nombre Científico: *Phaseolus vulgaris* L. 1753

Sinónimos: *Phaseolus esculentus* 1769

Phaseolus communis 1855

Familia: Leguminosae

Nombres Vulgares: Habichuela, fríjol, fréjol, vainica, chaucha, judía poroto, ejote, alubia, o caraota.

2.13.3. Descripción botánica.

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1983), el fréjol es una planta de tipo anual, con período vegetativo entre 90 y 270 días, de acuerdo a la altura donde se siembre. Tiene hábitos de crecimiento determinado o arbustivo, e indeterminado o voluble.

La raíz tiende a ser fasciculada o fibrosa con una amplia variación de variedades. En suelos arenosos las raíces pueden alcanzar 140 cm. de profundidad. En general se consideran de mediana a mayor profundidad, ya sea que se trata de habichuelas arbustivas o de enredaderas.

Además, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1983), establece la siguiente descripción:

Tallos: Puede ser erecto, semivoluble o voluble, y en cada nudo aparecen las ramas o las hojas. El erecto corresponde a las variedades arbustivas y el voluble tiende a crecer alrededor de un soporte. Los tallos pueden ser glabros (sin pubescencias) o pubescentes.

Hojas: Trifoliadas, de pecíolos largos con estípulas pequeñas y agudas, con o sin pubescencia.

Inflorescencias: Están colocadas en un racimo terminal o lateral. La flor es considerada completa y está formada por cinco elementos: alas, quilla y el estambre. El color de la flor puede ir de morado intenso a blanco. La especie es considerada autógama en un 95%.

Fruto: Es el grano producido dentro de la vaina, y puede ser comestible en su estado fresco, o a su vez en su estado maduro.

Semillas: Su forma puede variar desde arriñonada hasta oblonga, de colores blanco, negro y todos los intermedios que pueden resultar de estas combinaciones. Los tamaños pueden ir de medianos a pequeños, 100 semillas pueden pesar aproximadamente de 20 a 40g.

2.13.4. Descripción de la Variedad de fréjol (*Phaseolus vulgaris*).

La variedad de fréjol, utilizada en la investigación, fue la de cargabello, variedad utilizada con más frecuencia en la zona de Pimampiro y en el valle del Chota. El grano es de forma ovalada, de color rojo moteado, posee un peso promedio de 0,004 gramos por grano. Es una variedad de la cual se obtienen mejores rendimientos. Tiene mayor demanda en el mercado colombiano. Su periodo vegetativo es de 120 días a la madurez, las épocas de siembra son entre los meses febrero – abril y de septiembre – noviembre, se siembra en suelos francos o franco arenosos, con un pH entre 5.5 a 8.0 se evitan suelos salinos. Esta variedad fue auspiciada por el Gobierno Suizo en el Programa de Leguminosas de la Estación

Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP del proyecto de Fréjol INIAP – CIAT, para investigarla en la provincia de Imbabura.

2.13.5. Labores culturales

Entre los 12 a 21 días después de la siembra, debe hacerse la primera deshierba; a esta labor localmente se le llama rascadillo o primera pala.

La segunda pala (deshierba y ligero aporque) debe darse al inicio de la floración, tratando de que haya un poco de humedad para un trabajo más eficiente.

En terrenos con mucha maleza, puede ser necesaria una deshierba más, para eliminar la maleza que sobresale del cultivo y así facilitar la cosecha (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 1992).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. MATERIALES.

- 1 tanque de plástico hermético de 200 l.
- 80 estacas
- 2m. de manguera
- 2 rollos de alambre de púas
- 1 pala hoyadora
- 1 pala plana
- 1 azadón
- Grapas y clavos
- Podadora
- Martillo
- Rollos fotográficos
- Rollo de eslides
- 1 caja de disketes

- Agroquímicos (plaguicidas y fungicidas)
- Abono orgánico (humus)
- Abono químico 10 – 30 - 10
- Semillas de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) “Cargabello”
- Libreta de campo
- Rollo de piola
- Materiales de oficina

Equipos.

- Computadora
- Calculadora
- Flexómetro
- Nivel
- Cámara fotográfica
- pHchímetro
- Balanza
- Bomba de fumigar

Ingredientes Orgánicos:

- 45.5 kg. de rúmen
- 2.5 l. de suero
- 6.0 l. de agua panela
- 0.45 kg. de Librel (Micronutrientes)
- 5.0 kg. de alfalfa (*Medicago sativa*)

- 100 g. de levadura
- 2.0 kg. de roca fosfórica
- 140 l. de agua
- 0.68 kg. de ceniza de madera.

3.2. MÉTODOS.

3.2.1. Ubicación del experimento.

El presente experimento se realizó en la Hacienda de Tunibamba, propiedad de la Comunidad de Tunibamba ubicada en la parroquia de Imantag, cantón Cotacachi provincia de Imbabura. La localización geográfica corresponde a las siguientes

| | | |
|-------------|------------------|-------------------|
| coordenadas | Longitud: | 78°15'05'' |
| | Latitud: | 00°10'35'' |
| | Altitud: | 2446 msnm. |

En la zona de estudio se encuentran las siguientes condiciones climáticas: Temperatura media anual **12°C**, Precipitación promedio de **780** a **800** mm/anuales, y clasificación ecológica **b.h.m.** (bosque húmedo montano).

3.2.2. Fases del estudio.

La investigación comprendió tres partes:

1. Preparación y fermentación del fitoestimulante Biol.
2. Aplicaciones del fitoestimulante y agroquímicos al suelo y follaje; aplicación de abono orgánico al suelo, en los diferentes ensayos; y, determinación del ensayo más representativo.
3. Análisis de la Microfauna del suelo.

Para cumplir estas etapas se realizaron los siguientes pasos:

- Se efectuó la preparación del Fitoestimulante (Biol)
- Se verificó el uso actual y potencial del suelo
- Se delimitó el sitio específico para el cultivo
- Se realizó el análisis de laboratorio del Biol (abono líquido)
- Se realizó el análisis de laboratorio del suelo antes de la siembra
- Se realizó el análisis de laboratorio del suelo después de la cosecha

3.2.3. Factores en estudio.

Están comprendidos por los fertilizantes orgánicos y químicos.

3.2.4. Tratamientos.

Los tratamientos empleados fueron los siguientes:

T1. Testigo.

T2. Abono 10 – 30 – 10 (90.9 Kg/ha)

T3. BIOL al 5 %. (12 litros de Biol diluido en 228 litros de agua)

T4. BIOL al 10 %. (24 litros de Biol en disolución en 228 litros de agua)

T5. Humus de lombriz. (360 Kg/ha.)

3.2.5. Diseño experimental.

Se utilizó un Diseño de Bloque Completamente al Azar (D.B.C.A.) con cinco tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

3.2.6. Características del experimento.

| | |
|-----------------------------------|----|
| Número de Tratamientos | 5 |
| Número de Repeticiones | 5 |
| Número de Unidades Experimentales | 25 |

3.2.7. Análisis estadístico.

Tabla 5. Esquema del adeva (Análisis de Varianza)

| Fuente de Variación | Grados de Libertad |
|---------------------|--------------------|
| Total | 24 |
| Bloques | 4 |
| Tratamiento | 4 |
| Error | 16 |

Coefficiente de variación (C. V. %)

Comparaciones Ortogonales para los tratamientos.

T5 (abono orgánico humus de lombriz) **VS** T1 (testigo)

T2 (Abono químico 10-30-10), T3 (biol al 5%) y T4 (biol al 10%) **VS** T1 (testigo) y T5 (abono orgánico)

T3 (biol al 5%) **VS** T4 (biol al 10%)

T2 (abono químico) **VS** T3 (biol al 5%) y T4 (biol al 10%)

3.2.8. Variables evaluadas.

- **Altura de las plantas a los 30, 60, y 90 días.** Se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal y se expresó en centímetros.

- **Días para la floración.** Este dato se tomó cuando el 50% de las plantas estuvieron florecidas en las parcelas netas. El promedio general fue de 49 días.

- **Número promedio de vainas por planta.** En la cosecha se tomaron de cada parcela neta y se cuantificó el número promedio de vainas por planta.

- **Longitud de las vainas.** Se tomaron de cada parcela neta 200 vainas al azar y se midieron las vainas expresando el resultado en centímetros.

- **Número promedio de granos por vaina.** En la cosecha se tomaron de cada parcela neta, 200 vainas al azar, las mismas que se desgranaron, contabilizándose el número de granos por vaina.

- **Peso de 1 000 granos por cada tratamiento.** Del rendimiento de cada parcela neta se contaron 1 000 granos y luego se procedió a pesar en gramos.

- **Rendimiento.-** Esta variable se evaluó de la parcela neta cosechada, obteniéndose así el rendimiento en kilogramos / parcela neta.

- **Microfauna del suelo.-** Esta variable se determinó mediante los respectivos análisis del laboratorio del suelo, antes y después de la siembra realizada en el INIAP

3.2.9. Manejo específico del experimento.

El esquema principal de esta etapa fue el instalar cinco bloques, los cuales constaban de cinco parcelas, donde se aplicaron abonos como: abono orgánico (humus de lombriz), abono químico (10-30-10), Biol al 5%, Biol al 10% y por último el testigo. Luego se aplicó el fitoestimulante (BIOL) al follaje y con los resultados obtenidos se determinó la mayor productividad en la mejor unidad experimental.

3.2.10. Desarrollo del experimento.

3.2.10.1. Preparación y fermentación del biol.

Se ubicó el sitio, donde se colocó el tanque con rúmen , se adicionó, la alfalfa triturada, el suero de leche, el agua panela, la levadura, la roca fosfórica, la ceniza de madera, el Librel (micronutrientes), y por ultimo el agua para totalizar la mezcla. Se mezclaron todos los ingredientes y se procedió a tapar herméticamente. El tiempo de fermentación fue de tres meses, y la utilización para la aplicación del Biol, fue un año de la fermentación. Se prepararon 3 tanques.

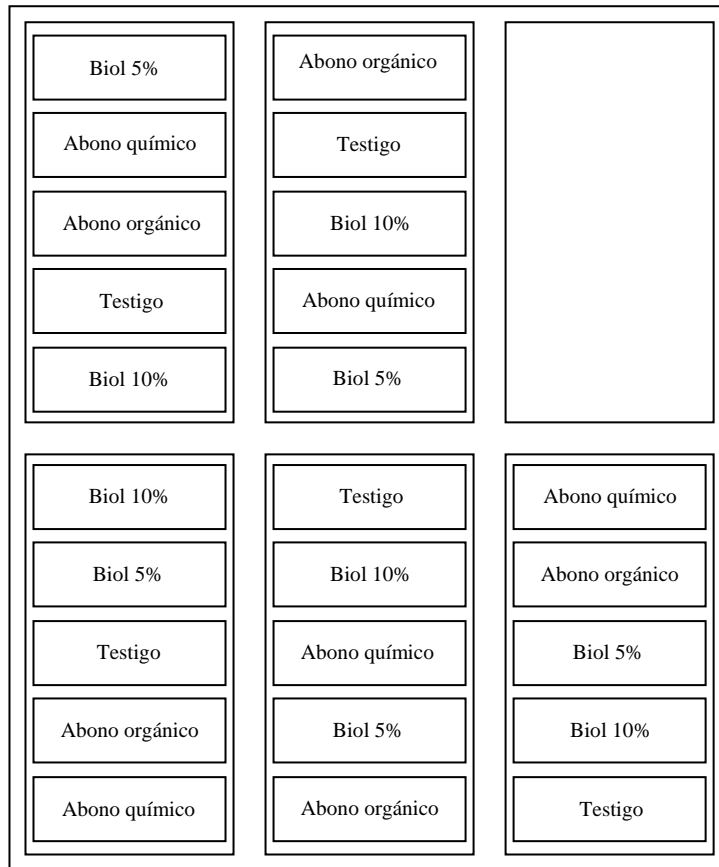


Fig. 1. Preparación y fermentación del Biol

3.2.10.2. Delimitación de la superficie para el experimento.

Se delimitó el lote de terreno de 30 m. de largo y 25 m. de ancho, con un total de 750 m². De la superficie delimitada se utilizó 437.5 m² para los cinco bloques del experimento, cada bloque fue de 87.5 m², y cada uno de estos bloques tuvo cinco tratamientos de 7 m. de largo por 2.5 m. de ancho con una totalidad de 17.5 m².

Gráfico. N° 3. Delimitación de la superficie del experimento



3.2.10.3. Labores del Suelo.

- Labranzas.- se realizaron en forma manual, a fin de que se den las condiciones más favorables para el cultivo.



Fig. 2. Laboreo del Suelo



Fig. 3. Laboreo del Suelo

3.2.10.4. Labores de Siembra.

Se limpió la superficie para el ensayo de campo, se trazaron los cinco bloques, en los cuales se distribuyó al azar los tratamientos en estudio.

a) **Siembra.-** La siembra se realizó manualmente el día 11 de abril del 2002 colocando dos semillas de fréjol en la mitad del surco, a una profundidad de aproximadamente de 3 cm., con la técnica de golpe.



Fig.4. Labores de Siembra



Fig. 5. Labores de Siembra



Fig. 6. Labores de Siembra

b) Distancia de siembra.- La siembra se efectuó directamente en el terreno a una distancia de 40cm. entre plantas y de 60cm. entre surcos.



Fig. 7. Distancia de siembra



Fig. 8. Distancia de siembra

3.2.10.5. Labores de Cultivo.

a) Fertilización.- La finalidad de la fertilización fue normalizar el suelo, para aumentar la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio y elementos menores.

La fertilización se aplicó sobre la base de los 4 tratamientos utilizados en el proyecto como son: el abono químico (10-30-10), abono orgánico (humus de lombriz), Biol al 5%, y al 10%.



Fig. 9. Fertilización

b) Deshierba o rascadillo.- Esta labor se realizó a los 35 y 70 días, después de la siembra, con el propósito de eliminar las malezas, utilizando para el efecto herramientas manuales de labranza (azadón)



Fig. 10. Deshierba o rascadillo

c) Aporque.- Se realizaron dos aporques durante el ciclo del cultivo, para dar mayor sostén a la planta, favorecer la producción y evitar el volcamiento de la planta. Estas labores se realizaron a los 35 y 70 días después de la siembra utilizando para el efecto herramientas manuales de labranza.



Fig. 11. Aporque



Fig. 12. Aporque

- e) **Aplicación del Biol.** – Se destaparon los tanques de fermentación al año, luego se la cernió en baldes hasta obtener Biol 100% puro, a continuación se elaboraron las concentraciones determinadas para el ensayo del 5% y 10% de Biol.

Las aplicaciones se hicieron con una bomba de mochila al follaje del cultivo de fréjol a los 30 y 60 días después de la siembra.



Fig. 13. Aplicación del Biol

3.2.10.6. Control de Plagas y Enfermedades.

Se realizaron dos controles:

El primero a los 12 días después de la siembra, para controlar el gusano trozador (*Agrotis ipsilom*), con el siguiente producto biológico (cebo para trozadores)

- Biolep o Turileb 50gr. (500gr/ha)
- Harina 2 kg.
- Melaza 400cc.
- Agua 2l.

El cebo se lo colocó alrededor de cada planta de fréjol.

El segundo se hizo un control preventivo de la mariposa blanca (*trialeurodes vaporariorum*), con el Biol al 75% al follaje a los 30 días, puesto que el Biol cumple la función de repelente de plagas por su olor fétido.



Fig. 14. Control de Plagas y Enfermedades



Fig. 15. Control de Plagas y Enfermedades

3.2.10.7. Abastecimiento de Agua para el Riego.

La dotación de agua para el riego, en la zona de estudio, se realizó mediante riego por gravedad, a partir de las vertientes que provienen de las partes altas de la hacienda de Tunibamba.



Fig. 16. Abastecimiento de Agua para el Riego

3.2.10.8. Labores de Cosecha.

Esta labor se efectuó cuando el cultivo llegó a su estado de madurez comercial (grano seco)

La recolección se efectuó arrancando las plantas de las parcelas netas, y sus vainas fueron colocadas individualmente en fundas identificadas.



Fig. 17. Labores de Cosecha

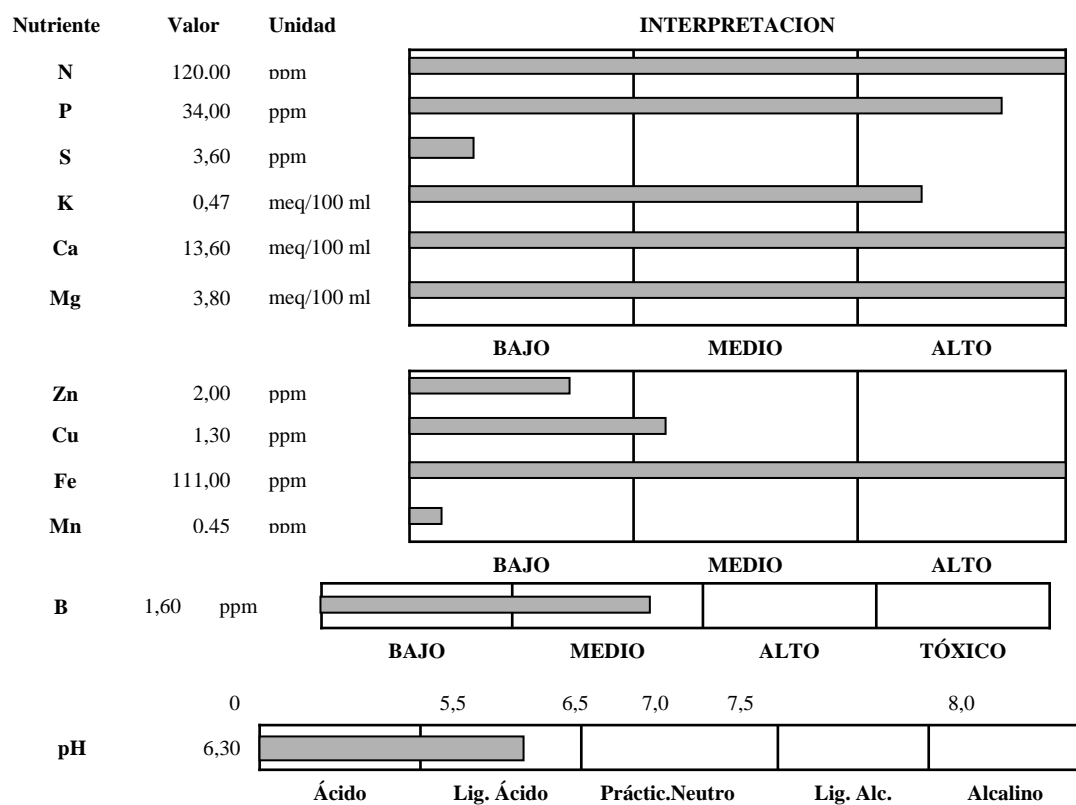
CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Análisis del uso actual y potencial del suelo.

Se tomó una muestra y se la envió al laboratorio, para el análisis de macronutrientes, elementos menores y micronutrientes.

Tabla 6. Análisis del uso actual y potencial del suelo



| | | | | |
|-------------------------|-------------|------------------|--------------------|----------------------|
| AcidezInt.(Al+H) | meq/100 ml. | | | |
| Al | meq/100 ml. | | | |
| Na | meq/100 ml. | | | |
| | | BAJO | MEDIO | TÓXICO |
| CE | mmhos/cm. | | | |
| | | No Salino | Lig. Salino | Salino |
| | | | | Muy Salino |
| MO | 3,80 % | | | |
| | | | | |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| Ca | Mg | Ca+Mg | meq/100ml | |
| Mg | K | K | Σ Bases | |
| 3,6 | 8,1 | 37,0 | 17,9 | |
| | % | ppm | (%) | |
| | NTot | Cl | Arena | Limo |
| | | | Arcilla | Clase Textura |
| | | | | |

En la Tabla 6 se expresa el contenido de los macronutrientes N, P, K y micronutrientes S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Al, Na, Mo, que tiene el suelo, los cuales se encontraron en porcentajes altos y con un pH de 6.3 ligeramente ácido, que dieron como resultado un suelo óptimo para cualquier tipo de cultivo, en especial leguminosas.

4.2. Análisis del Biol.

Tabla 7. Análisis del Biol.

| Muestra | Nitrógeno | pH | Ca | P | Mg | K | Na | Cu | Fe | Mn | Zn |
|---------|-----------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Total % | | mg/100ml | mg/100ml | mg/100ml | mg/100ml | mg/100ml | ug/100ml | ug/100ml | ug/100ml | ug/100ml |
| BIOL M1 | 0.23 | 7.40 | 19.73 | 88.10 | 8.75 | 79.90 | 108.55 | 416 | 5390 | 3850 | 137 |
| BIOL M2 | 0.32 | 7.40 | 12.96 | 177.11 | 4.22 | 71.03 | 122.68 | 888 | 8812 | 5127 | 501 |

La Tabla 7 expresa los resultados de las muestras de biol, de las que se obtuvieron valores altos de microelementos, los cuales aplicados al suelo y follaje que influenciaron en el crecimiento y producción del cultivo, con su estimulación.

4.3. Análisis del suelo antes de la siembra.

Tabla 8. Análisis Micológico

| Metodología (Medio) | Muestra Analizada | Dilución | Patógeno (Hongos) | Nº Colonias |
|---------------------|-------------------|----------|-----------------------|-------------|
| PDA-CMA-EMA | Suelo | 10 | <i>Penicillium sp</i> | 3 |
| | | | <i>Fusarium sp</i> | 2 |
| | | | <i>Mucor sp</i> | 0 |
| | | | <i>Phytium sp</i> | 1 |

La Tabla 8 expresa la cantidad de colonias de hongos que existieron en el suelo. El *Penicillium sp* son saprófitos con 3 colonias. Algunas especies de *Phytium* son causantes de damping-of en algunos cultivos con 1 colonia. *Fusarium* con 2 colonias podría causar algún problema solamente si la especie fuera patógena del cultivo.

Tabla 9. Análisis Bacteriológico

| Metodología (Medio) | Muestra Analizada | Dilución | Patógeno (Bacterias) | U.F.C. |
|---------------------|-------------------|----------|-----------------------|--------|
| KB-CVP-SX-DIA | Suelo | 10 | <i>Pseudomonas sp</i> | 1 |
| | | | <i>Xanthomonas sp</i> | 0 |
| | | | <i>Erwina sp</i> | 0 |
| | | | <i>A. Tumefaciens</i> | 0 |

La Tabla 9 expresa la cantidad de colonias de bacterias que existen en el suelo. En el análisis se identificó *Pseudomonas sp* con 1 unidad de formadora de colonias en una frecuencia muy baja, probablemente se trate de alguna especie saprofitita.

Tabla 10. Análisis Nematológico

| Volumen de Muestra | Método utilizado | Parte analizada | Larvas en 100 cc de suelo | | |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| | | | <i>Meloidogyne sp</i> | <i>Tylenchorhynchu sp</i> | Saprophytos |
| 100 cc de suelo | Oostembrink más filtro de algodón | suelo | 0 | 240 | 800 |

La Tabla 10 expresa la cantidad de colonias de Nemátodos que existen en el suelo. En el género *Tylenchorhynchus sp* con 240 larvas en 100 cc. de suelo es un nemátodo de incidencia moderada limitado a ciertas regiones, y no sujeto a control obligatorio. Es un parásito débil asociado a varios cultivos. Los *Saprófitos* con 800 larvas en 100cc. de suelo corresponden a nemátodos benéficos.

No se detectó la presencia del género *Meloidogyne sp*, parásito peligroso de una amplia gama de cultivos y malezas.

4.4. Altura de la Planta.

Las variables estudiadas del experimento se presentan a continuación:

4.4.1. Altura de la planta a los 30 días.

Tabla 11. Altura de la planta a los 30 días en cm.

| | Repeticion 1 | Repeticion 2 | Repeticion 3 | Repeticion 4 | Repeticion 5 | Σ | Y |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|--------|
| T1 | 12.75 | 11.40 | 10.22 | 9.86 | 12.31 | 56.54 | 11.308 |
| T2 | 11.79 | 9.46 | 10.98 | 11.38 | 9.50 | 53.11 | 10.622 |
| T3 | 12.67 | 9.93 | 9.10 | 12.62 | 9.76 | 54.08 | 10.816 |
| T4 | 13.51 | 12.12 | 9.17 | 10.29 | 12.16 | 57.25 | 11.450 |
| T5 | 12.55 | 9.97 | 11.40 | 9.71 | 11.53 | 55.16 | 11.032 |
| Σ | 63.27 | 52.88 | 50.87 | 53.86 | 55.26 | 276.14 | |
| X | 12.654 | 10.576 | 10.174 | 10.772 | 11.052 | | 11.046 |

Tabla 12. Análisis de Varianza de la altura de la planta a los 30 días

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|-------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 42.21 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 18.21 | 4.553 | 3.36 * | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 2.32 | 0.581 | 0.43 ns | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 21.68 | 1.355 | | | |

ns No significativo

* Significativo

De acuerdo al análisis de la varianza que se presenta en la Tabla 12 se detectó significancias estadísticas para las repeticiones, mientras que en los tratamientos se encontraron que fueron no significativas.

El coeficiente de variación y la media general fue de 10.54 % y 11.0 cm. respectivamente.

La variable estudiada en los tratamientos no presentó cambios estadísticos, ya que en este lapso la planta se nutrió de los cotiledones del grano de semilla.

4.4.2. Altura de la planta a los 60 días.

Tabla 13. Altura de la planta a los 60 días

| | Repeticion 1 | Repeticion 2 | Repeticion 3 | Repeticion 4 | Repeticion 5 | Σ | Y |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|--------|
| T1 | 28.37 | 18.98 | 19.79 | 15.30 | 23.01 | 105.45 | 21.090 |
| T2 | 30.34 | 22.71 | 24.60 | 20.51 | 25.49 | 123.65 | 24.730 |
| T3 | 25.32 | 23.45 | 20.12 | 19.71 | 23.57 | 112.17 | 22.434 |
| T4 | 24.05 | 21.29 | 20.25 | 19.36 | 25.01 | 109.96 | 21.992 |
| T5 | 27.72 | 23.19 | 22.16 | 20.09 | 25.21 | 118.37 | 23.674 |
| Σ | 135.80 | 109.62 | 106.92 | 94.97 | 122.29 | 569.60 | |
| X | 27.160 | 21.924 | 21.384 | 18.994 | 24.458 | | 22.784 |

Tabla 14. Análisis de Varianza de la altura de las plantas a los 60 días

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F Tabular | |
|-----------------------|----|--------|--------|----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 272.62 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 195.08 | 48.769 | 21.35 ** | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 40.99 | 10.248 | 4.49 * | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 37.28 | 2.33 | | | |

* Significativo

** Altamente Significativo

En el análisis de varianza de la Tabla 14 se detectó alta significancia estadística para las repeticiones y significancia para los tratamientos, es decir, que el material de la investigación es diferente. Lo que indica, que existió variación en el

efecto de los tratamientos, ya que en esta época de crecimiento de la planta, se detecta la influencia de los fertilizantes aplicados en el experimento.

El coeficiente de variación y la media general fueron de 6.63 % y 22.7 cm. respectivamente.

Tabla 15. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales a los 60 días

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|--------|--------|----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 272.62 | | | | |
| Tratamiento | 4 | 40.99 | | | | |
| CO1 | 1 | 16.693 | 16.693 | 7.306 * | 4.35 | 8.10 |
| CO2 | 1 | 2.693 | 2.693 | 1.179 ns | 4.35 | 8.10 |
| CO3 | 1 | 0.488 | 0.488 | 0.214 ns | 4.35 | 8.10 |
| CO4 | 1 | 21.118 | 21.118 | 9.243 ** | 4.35 | 8.10 |
| Error Exp. (E) | 16 | 37.28 | 1.86 | | | |

ns No significativo

* Significativo

** Altamente Significativo

Las diferentes comparaciones ortogonales del experimento se presentan a continuación:

En la comparación **1** existe significancia, por lo tanto el tratamiento **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 23.6 cm. de altura es mayor que el tratamiento **T1** (testigo) con 21.0 cm. de altura.

En la comparación **2** no se detecta diferencias significativas- es decir que los tratamientos **T1** (testigo) con 21.0 cm. de altura, **T2** (abono químico 10-30-10) con 24.7 cm. de altura, **T3** (biol al 5%) con 22.4 cm. de altura, **T4** (biol al 10%) con 21.9 cm. de altura y **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 23.6 cm. de altura son iguales.

La comparación **3** no tiene significancia por lo que se asume que los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 22.4 cm. de altura y **T4** (biol al 10%) con 21.9 cm. de altura son estadísticamente iguales.

La comparación **4** es altamente significativa, lo que indica que el tratamiento **T2** (abono químico 10-30-10) con 24.7 cm. de altura, es superior a los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 22.4 cm. de altura y **T4** (biol al 10%) con 21.9 cm. de altura.

4.4.3. Altura de la planta a los 90 días.

Tabla 16. Altura de la planta a los 90 días

| | Repetición 1 | Repetición 2 | Repetición 3 | Repetición 4 | Repetición 5 | Σ | Y |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|--------|
| t1 | 35.23 | 27.29 | 28.98 | 21.00 | 26.60 | 139.10 | 27.820 |
| t2 | 39.07 | 33.48 | 35.79 | 27.18 | 33.31 | 168.83 | 33.766 |
| t3 | 34.69 | 31.86 | 27.78 | 23.43 | 30.97 | 148.73 | 29.746 |
| t4 | 33.93 | 27.50 | 29.52 | 25.54 | 27.23 | 143.72 | 28.744 |
| t5 | 38.54 | 32.68 | 33.42 | 25.24 | 29.74 | 159.62 | 31.924 |
| Σ | 181.46 | 152.81 | 155.49 | 122.39 | 147.85 | 760.00 | |
| X | 36.292 | 30.562 | 31.098 | 24.478 | 29.570 | | 30.400 |

Tabla 17. Análisis de Varianza de la altura de las plantas a los 90 días

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|--------|--------|----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 509.62 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 354.94 | 88.735 | 38.09 ** | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 117.39 | 29.349 | 12.59 ** | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 37.43 | 2.330 | | | |

** Altamente Significativo

En el análisis de varianza de la Tabla 17 se detectó que existe alta significancia estadística para repeticiones y para tratamientos. Lo que demuestra, que el material de la investigación es diferente. Esto indica que, existió variación en el

efecto de los tratamientos, pues el crecimiento de la planta a los 90 días se observó la influencia de los fertilizantes aplicados en el experimento.

El coeficiente de variación 5.02 %. La media general fue de 30.4 cm. de altura.

Tabla 18. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales a los 90 días

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|--------|--------|-----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 509.62 | | | | |
| Tratamiento | 4 | 117.39 | | | | |
| CO1 | 1 | 42.107 | 42.107 | 18.069 ** | 4.35 | 8.10 |
| CO2 | 1 | 4.646 | 4.646 | 1.994 ns | 4.35 | 8.10 |
| CO3 | 1 | 2.510 | 2.510 | 1.077 ns | 4.35 | 8.10 |
| CO4 | 1 | 68.131 | 68.131 | 29.237 ** | 4.35 | 8.10 |
| Error Exp. (E) | 16 | 37.43 | 2.330 | | | |

ns No significativo

** Altamente Significativo

Las diferentes comparaciones ortogonales del experimento se presentan a continuación:

La comparación **1** es altamente significativa, lo que indica que el tratamiento **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 31.9 cm. de altura es superior al tratamiento **T1** (testigo) con 27.8 cm. de altura.

En la comparación **2** no se detecta diferencias significativas es decir que los tratamientos **T1** (testigo) con 27.8 cm. de altura, **T2** (abono químico 10-30-10) con 33.7 cm. de altura, **T3** (biol al 5%) con 29.7 cm. de altura, **T4** (biol al 10%) con 28.7 cm. de altura y **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 31.9 cm. de altura son iguales.

La comparación **3** es, no significativa, lo que indica que los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 29.7 cm. de altura y **T4** (biol al 10%) con 28.7 cm. de altura son estadísticamente iguales.

La comparación **4** es altamente significativa, lo que indica que el tratamiento **T2** (abono químico 10-30-10) con 33.7 cm. de altura, es superior a los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 29.7 cm. de altura y **T4** (biol al 10%) con 28.7 cm. de altura.

4.5. Días para la Floración.

Tabla 19. Días para la Floración

| | Repetición 1 | Repetición 2 | Repetición 3 | Repetición 4 | Repetición 5 | Σ | Y |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|--------|
| t1 | 51.00 | 53.00 | 52.00 | 52.00 | 54.00 | 262.00 | 52.400 |
| t2 | 49.00 | 50.00 | 51.00 | 49.00 | 53.00 | 252.00 | 50.400 |
| t3 | 46.00 | 48.00 | 47.00 | 50.00 | 49.00 | 240.00 | 48.000 |
| t4 | 47.00 | 46.00 | 48.00 | 49.00 | 48.00 | 238.00 | 47.600 |
| t5 | 48.00 | 51.00 | 50.00 | 47.00 | 47.00 | 243.00 | 48.600 |
| Σ | 241.00 | 248.00 | 248.00 | 247.00 | 251.00 | 1235.00 | |
| X | 48.200 | 49.600 | 49.600 | 49.400 | 50.200 | | 49.400 |

Tabla 20. Análisis de Varianza de Días a la Floración

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|----------------|----|--------|--------|------|-----------|--------------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 124.00 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 10.80 | 2.700 | 1.27 | ns | 3.01 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 79.20 | 19.800 | 9.32 | ** | 3.01 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 34.00 | 2.125 | | | |

ns No significativo

Del análisis de varianza de la Tabla 20, se observó que no es significativo para las repeticiones y altamente significativo para los tratamientos. Esto lleva a la conclusión de que el material de la investigación es diferente; por lo tanto, existió

influencia de los fertilizantes aplicados en el experimento, ya que incidieron en los días de la floración de las plantas en cada uno de los tratamientos.

El coeficiente de variación y la media general fueron de 2.95% y 49.4 días respectivamente.

Tabla 21. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales de días a la Floración

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|--------|--------|-----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 124.00 | | | | |
| Tratamiento | 4 | 79.200 | | | | |
| CO1 | 1 | 36.100 | 36.100 | 16.988 ** | 4.35 | 8.10 |
| CO2 | 1 | 20.167 | 20.167 | 9.490 ** | 4.35 | 8.10 |
| CO3 | 1 | 0.400 | 0.400 | 0.188 ** | 4.35 | 8.10 |
| CO4 | 1 | 22.533 | 22.533 | 10.604 ** | 4.35 | 8.10 |
| Error Exp. (E) | 16 | 1.093 | 0.055 | | | |

** Altamente Significativo

Las diferentes comparaciones ortogonales del experimento son las siguientes:

La comparación **1** es altamente significativa, es decir que el tratamiento es **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 48.6 días a la floración es menor al tratamiento **T1** (testigo) con 52.4 días a la floración.

La comparación **2** es altamente significativa, lo que conlleva a que los tratamientos **T2** (abono químico 10-30-10) con 50.4 días a la floración, **T3** (biol al 5%) con 48.0 días a la floración y **T4** (biol al 10%) con 47.6 días a la floración, son menores a los tratamientos **T1** (testigo) con 52.4 días a la floración y **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 48.6 días a la floración.

En la comparación **3** es altamente significativo, lo que quiere decir que el tratamiento **T3** (biol al 5%) con 48.0 días a la floración, es mayor al tratamiento **T4** (biol al 10%) con 47.6 días a la floración.

Y en la comparación **4** también es altamente significativa, es decir que el tratamiento **T2** (abono químico 10-30-10) con 50.4 días a la floración, es mayor a los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 48.0 días a la floración y **T4** (biol al 10%) 47.6 días a la floración.

4.6. Número Promedio de Vainas por Planta.

Tabla 22. Número promedio de Vainas por Planta

| | Repetición 1 | Repetición 2 | Repetición 3 | Repetición 4 | Repetición 5 | Σ | Y |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------|
| t1 | 22.91 | 19.42 | 13.96 | 12.32 | 23.74 | 92.35 | 18.470 |
| t2 | 32.78 | 27.19 | 24.11 | 21.47 | 31.37 | 136.92 | 27.384 |
| t3 | 24.85 | 25.78 | 19.91 | 19.19 | 23.71 | 113.44 | 22.688 |
| t4 | 21.81 | 22.29 | 20.67 | 19.74 | 25.46 | 109.97 | 21.994 |
| t5 | 27.09 | 28.52 | 21.04 | 19.34 | 28.28 | 124.27 | 24.854 |
| Σ | 129.44 | 123.20 | 99.69 | 92.06 | 132.56 | 576.95 | |
| X | 25.888 | 24.640 | 19.938 | 18.412 | 26.512 | | 23.078 |

Tabla 23. Análisis de Varianza del Número promedio de Vainas por Planta

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|----------------|----|--------|--------|----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 547.90 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 268.80 | 67.199 | 18.60 ** | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 221.28 | 55.321 | 15.31 ** | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 57.82 | 3.614 | | | |

** Altamente Significativo

Del análisis de varianza de la Tabla 23, se observó que es altamente significativo para las repeticiones y tratamientos.

El coeficiente de variación es de 8.24%. La media general fue de 23.0 de vainas por planta.

Esto demostró que el material de la investigación es diferente. Pues existió variación en el número de vainas y hubo influencia de los fertilizantes aplicados, en cada tratamiento.

Tabla 24. Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales del Número promedio de Vainas por Planta

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|---------|---------|-----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 547.90 | | | | |
| Tratamiento | 4 | 221.28 | | | | |
| CO1 | 1 | 101.889 | 101.889 | 28.199 ** | 4.35 | 8.10 |
| CO2 | 1 | 33.418 | 33.418 | 9.247 ** | 4.35 | 8.10 |
| CO3 | 1 | 1.204 | 1.204 | 0.333 ns | 4.35 | 8.10 |
| CO4 | 1 | 84.773 | 84.773 | 23.459 ** | 4.35 | 8.10 |
| Error Exp. (E) | 16 | 88.09 | 4.40 | | | |

ns No Significativo
 ** Altamente Significativo

Las diferentes comparaciones ortogonales del experimento se presentan a continuación:

La comparación **1** es altamente significativa, lo que indica que el tratamiento **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 24.8 vainas por planta, es superior al tratamiento **T1** (testigo) con 18.4 de vainas por planta.

La comparación **2** es altamente significativa, es decir que los tratamientos **T2** (abono químico 10-30-10) con 27.3 vainas por planta, **T3** (biol al 5%) con 22.6 vainas por planta y **T4** (biol al 10%) con 21.9 vainas por planta, son superiores a

los tratamientos **T1** (testigo) con 18.4 vainas por planta y **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 24.8 vainas por planta.

En la comparación **3** es no significativa, lo que quiere decir que los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 22.6 vainas por planta y **T4** (biol al 10%) con 21.9 vainas por planta incluidos en esta comparación son estadísticamente iguales.

Y en la comparación **4** es altamente significativa lo que indica que el tratamiento es decir que el tratamiento **T2** (abono químico 10-30-10) con 27.3 vainas por planta, es mayor a los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 22.6 vainas por planta y **T4** (biol al 10%) con 21.9 vainas por planta.

4.7. Longitud de las Vainas.

Tabla 25. Longitud de las Vainas

| | Repetición 1 | Repetición 2 | Repetición 3 | Repetición 4 | Repetición 5 | Σ | Y |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------|
| t1 | 9.42 | 10.33 | 10.61 | 9.45 | 9.75 | 49.56 | 9.912 |
| t2 | 9.82 | 11.03 | 9.92 | 8.91 | 10.52 | 50.20 | 10.040 |
| t3 | 9.73 | 10.50 | 9.46 | 9.70 | 9.47 | 48.86 | 9.772 |
| t4 | 10.89 | 10.77 | 10.62 | 10.29 | 9.24 | 51.81 | 10.362 |
| t5 | 10.13 | 9.24 | 10.84 | 9.54 | 9.76 | 49.51 | 9.902 |
| Σ | 49.99 | 51.87 | 51.45 | 47.89 | 48.74 | 249.94 | |
| X | 9.998 | 10.374 | 10.290 | 9.578 | 9.748 | | 9.998 |

Tabla 26. Análisis de Varianza de la Longitud de las Vainas

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 8.73 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 2.33 | 0.582 | 1.73 ns | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 1.01 | 0.252 | 0.75 ns | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 5.39 | 0.337 | | | |

ns No significativo

En el análisis de varianza de la Tabla 26, se observó que es no significativo para las repeticiones y los tratamientos.

El coeficiente de variación y la media general fueron de 5.80% y 9 cm. de longitud respectivamente.

En la longitud de las vainas; en cada uno de los tratamientos, no hubo efecto en la longitud, lo que conlleva a que el cálculo estadístico dé como resultado, no significativo.

4.8. Número Promedio de Granos por Vaina.

Tabla 27. Número promedio de Granos por Vaina

| | Repeticion 1 | Repeticion 2 | Repeticion 3 | Repeticion 4 | Repeticion 5 | Σ | Y |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-------|
| t1 | 3.82 | 4.27 | 3.98 | 4.11 | 4.08 | 20.26 | 4.052 |
| t2 | 4.31 | 4.39 | 4.37 | 3.51 | 4.56 | 21.14 | 4.228 |
| t3 | 4.03 | 4.53 | 4.27 | 4.21 | 4.15 | 21.19 | 4.238 |
| t4 | 4.02 | 4.19 | 4.18 | 4.62 | 4.52 | 21.53 | 4.306 |
| t5 | 4.38 | 4.07 | 4.02 | 3.96 | 4.27 | 20.70 | 4.140 |
| Σ | 20.56 | 21.45 | 20.82 | 20.41 | 21.58 | 104.82 | |
| X | 4.112 | 4.290 | 4.164 | 4.082 | 4.316 | | 4.193 |

Tabla 28. Análisis de Varianza del Número promedio de Granos por Vaina

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 1.50 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 0.22 | 0.055 | 0.81 ns | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 0.19 | 0.048 | 0.71 ns | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 1.09 | 0.068 | | | |

ns No significativo

En el análisis de varianza de la Tabla 28, se observó que no es significativo para las repeticiones y los tratamientos.

El Coeficiente de Variación fue de 6.22%. La media general fue de 4.1 granos por vaina.

El número promedio de granos por vainas varió en grosor, pero estadísticamente no existe diferencia en el número de granos, ya que las muestras tomadas son amplias. Esta es la razón de los resultados de la tabla del ADEVA.

4.9. Peso de 1000 Granos por cada Tratamiento.

Tabla 29. Peso de 1000 Granos por cada Tratamiento (Kg)

| | Repeticion 1 | Repeticion 2 | Repeticion 3 | Repeticion 4 | Repeticion 5 | Σ | Y |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-------|
| t1 | 0.455 | 0.460 | 0.525 | 0.495 | 0.485 | 2.42 | 0.484 |
| t2 | 0.465 | 0.551 | 0.470 | 0.550 | 0.495 | 2.53 | 0.506 |
| t3 | 0.605 | 0.510 | 0.480 | 0.540 | 0.500 | 2.64 | 0.527 |
| t4 | 0.480 | 0.495 | 0.515 | 0.510 | 0.470 | 2.47 | 0.494 |
| t5 | 0.475 | 0.535 | 0.465 | 0.525 | 0.425 | 2.43 | 0.485 |
| Σ | 2.48 | 2.55 | 2.46 | 2.62 | 2.38 | 12.481 | |
| X | 0.496 | 0.510 | 0.491 | 0.524 | 0.475 | | 0.499 |

Tabla 30. Análisis de Varianza del Peso de 1000 Granos por cada Tratamiento

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|-----------------------|----|------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 0.04 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 0.01 | 0.002 | 1.25 ns | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 0.01 | 0.002 | 1.14 ns | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 0.02 | 0.001 | | | |

ns No significativo

Del análisis de varianza de la Tabla 30, se observó que no es significativo para las repeticiones y los tratamientos.

El Coeficiente de Variación es de 7.50%. El promedio general fue de 0.499 Kilogramos por 1 000 granos.

El grosor de los granos varió, ya que en unos tratamientos los datos tomados eran más altos que en otros. Pero estadísticamente no se diferenciaron cambios, pues las muestras de donde se tomaron los datos fueron muy amplias.

4.10. Rendimiento.

Tabla 31. Rendimiento (Kg/ha)

| | Repetición 1 | Repetición 2 | Repetición 3 | Repetición 4 | Repetición 5 | Σ | Y |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|----------|
| t1 | 1 160.46 | 1 111.64 | 850.08 | 730.44 | 1 369.03 | 5 221.66 | 1 044.33 |
| t2 | 1 914.57 | 1 916.71 | 1 443.14 | 1 207.90 | 2 063.55 | 8 545.87 | 1 709.17 |
| t3 | 1 765.70 | 1 735.73 | 1 189.24 | 1 271.40 | 1 431.77 | 7 393.84 | 1 478.76 |
| t4 | 1 226.46 | 1 347.29 | 1 287.44 | 1 355.47 | 1 576.25 | 6 792.91 | 1 358.58 |
| t5 | 1 642.51 | 1 809.79 | 1 146.19 | 1 171.77 | 1 495.64 | 7 265.90 | 1 453.18 |
| Σ | 7 709.70 | 7 921.16 | 5 916.09 | 5 736.99 | 7 936.24 | 35 220.18 | |
| X | 1 541.94 | 1 584.23 | 1 183.21 | 1 147.39 | 1 587.24 | | 1 408.80 |

Tabla 32. Análisis de Varianza del Rendimiento

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | |
|----------------|----|--------------|------------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 24 | 2 640 519.75 | | | | |
| Repeticiones | 4 | 997 821.86 | 249 455.46 | 8.31 ** | 3.01 | 4.77 |
| Tratamiento | 4 | 1 162 243.12 | 290 560.78 | 9.68 ** | 3.01 | 4.77 |
| Error Exp. (E) | 16 | 480 454.76 | 30 028.42 | | | |

Altamente significativo

Del análisis de varianza de la Tabla 32, se observó que es altamente significativo para las repeticiones y los tratamientos.

El Coeficiente de Variación es de 12.30%. El promedio general fue de 1408.8 Kg/ha.

Tabla 33 Análisis de Varianza de Comparaciones Ortogonales del Rendimiento

| F de V. | GL | SC | CM | Fc | F tabular | | |
|-----------------------|----|--------------|------------|-------|-----------|------|------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Total | 24 | 2 640 519.75 | | | | | |
| Tratamiento | 4 | 1 162 243.12 | | | | | |
| CO1 | 1 | 417 892.53 | 417 892.53 | 13.91 | ** | 4.35 | 8.10 |
| CO2 | 1 | 426 941.23 | 426 941.23 | 14.21 | ** | 4.35 | 8.10 |
| CO3 | 1 | 36 111.20 | 36 111.20 | 1.20 | ns | 4.35 | 8.10 |
| CO4 | 1 | 281 298.13 | 281 298.13 | 9.36 | ** | 4.35 | 8.10 |
| Error Exp. (E) | 20 | 21.68 | 1.08 | | | | |

ns No significativo

**Altamente Significativo

Según la prueba de las Comparaciones Ortogonales los datos obtenidos son los siguientes:

En la comparación **1** es altamente significativa, es decir que el tratamiento **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 1 453.1 Kg/ha es mayor que el tratamiento **T1** (testigo) con 1 044.3 Kg/ha

En la comparación **2** es altamente significativa, lo que indica que los tratamientos **T2** (abono químico 10-30-10) con 1 709.1 Kg/ha, **T3** (biol al 5%) con 1 478.7 Kg/ha y **T4** (biol al 10%) con 1 358.5 Kg/ha son superiores a los tratamientos **T1** (testigo) con 1 044.3 Kg/ha y **T5** (abono orgánico humus de lombriz) con 1 453.1 Kg/ha.

En la comparación **3** es no significativa, lo que quiere decir que los tratamientos **T3** (biol al 5%) y **T4** (biol al 10%) incluidos en esta comparación son estadísticamente iguales.

Y en la comparación **4** es altamente significativa lo que indica que el tratamiento **T2** (abono químico 10-30-10) con 1 709.1 Kg/ha es mayor que los tratamientos **T3** (biol al 5%) con 1 478.7 Kg/ha y **T4** (biol al 10%) con 1 358.5 Kg/ha.

4.11. Análisis del suelo después de la cosecha.

Tabla 34. Análisis Micológico

| Metodología (Medio) | Muestra Analizada | Dilución | Patógeno (Hongos) | Nº Colonias |
|---------------------|-------------------|----------|-----------------------|-------------|
| PDA-CMA-EMA | Suelo | 10 | <i>Penicillium sp</i> | 8 |
| | | | <i>Fusarium sp</i> | 4 |
| | | | <i>Mucor sp</i> | 1 |
| | | | <i>Phytium sp</i> | 1 |

La Tabla 34 expresa la cantidad de colonias de hongos que existen en el suelo. El *Penicillium sp* y *Mucor* son saprófitos con 8 y 1 colonias respectivamente. Algunas especies de *Phytium* son causantes de damping-of en algunos cultivos se encontró 1 colonia. *Fusarium* con 4 colonias podría causar algún problema solamente si la especie fuera patógena del cultivo.

Tabla 35. Análisis Bacteriológico

| Metodología (Medio) | Muestra Analizada | Dilución | Patógeno (Bacterias) | U.F.C. |
|---------------------|-------------------|----------|-----------------------|--------|
| KB-CVP-SX-DIA | Suelo | 10 | <i>Pseudomonas sp</i> | 2 |
| | | | <i>Xanthomonas sp</i> | 0 |
| | | | <i>Erwina sp</i> | 0 |
| | | | <i>A. Tumefaciens</i> | 0 |

La Tabla 35 expresa la cantidad de colonias de bacterias que existen en el suelo. En el análisis se identificó *Pseudomonas sp* con 2 unidades de formadoras de

colonias en una frecuencia muy baja, probablemente se trate de alguna especie saprofitita.

Tabla 36. Análisis Nematológico

| Volumen de Muestra | Método utilizado | Parte analizada | Larvas en 100 cc de suelo | | |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| | | | <i>Meloidogyne sp</i> | <i>Tylenchorhynchu sp</i> | <i>Saprofitos</i> |
| 100 cc de suelo | Oostembrink más filtro de algodón | Suelo | 0 | 260 | 1300 |

La Tabla 36 expresa la cantidad de colonias de Nematodos que existen en el suelo. En el género *Tylenchorhynchu sp* con 260 larvas en 100 cc. de suelo es un nemátodo de incidencia moderada limitado a ciertas regiones y no sujeto a control obligatorio. Es un parásito débil asociado a varios cultivos. Los *Saprófitos* con 1300 larvas en 100 cc. de suelo corresponden a nemátodos benéficos. No se detectó la presencia del género *Meloidogyne sp*, parásito peligroso de una amplia gama de cultivos y malezas.

Tabla. 37. Análisis Nutricional del fréjol

| IDENTIFICACIÓN | HUMEDAD % | CENIZAS % | E. ETÉREO % | PROTEINA % | FIBRA % | ELN % |
|--------------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|------------|----------|
| Fréjol Cargabello | 10.64 | 3.88 | 1.81 | 24.44 | 5.89 | 63.98 |

| Ca % | P % | Mg % | K % | Na % | Cu ppm | Fe ppm | Mn ppm | Zn ppm |
|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0.10 | 0.53 | 0.16 | 1.29 | 0.003 | 11 | 85 | 8 | 30 |

En la Tabla 37 se expresa el valor nutritivo del fréjol, el cual dio como resultado un alto porcentaje de humedad, fibra, proteína y de Extracto Libre de Nitrógeno. El fréjol, por su contenido nutritivo, es muy importante en nuestra alimentación diaria, alimento adecuado para la buena salud.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES.

- En la variable de la altura a los 30 días, el material que se utilizó en el ensayo que fue homogéneo para aquella, los fertilizantes utilizados no incidieron para su crecimiento, pues resultó, que fueron iguales en todos los tratamientos.
- Mientras que para las variables de altura a los 60 y 90 días, los fertilizantes utilizados dieron mejor resultado al tratamiento T2 (Abono químico 10-30-10) con una altura promedio en la planta de 24.7 cm. y 33.7 cm. respectivamente.
- En cuanto se refiere a la variable de los días a la floración, se encontró como mejor tratamiento el T4 (Biol. Al 10%), ya que floreció en menor

tiempo, 47,6 días de promedio, mientras que en el Testigo formó las flores a los 52,4 días de promedio.

- Para el número promedio de vainas por planta, el tratamiento T2 (Abono químico 10-30-10) fue considerado el mejor, ya que se consiguieron buenos resultados, con un promedio de 27,3 vainas por planta.
- El mejor tratamiento para la variable de rendimiento fue el T2 (Abono Químico 10-30-10) con un rendimiento promedio de 1 709,1 Kg/ha.
- La fertilización química con 10-30-10 arrojó mejores resultados en cuanto a rendimiento 1 709,1 Kg/ha, pero a este le sigue el tratamiento con Biol al 5% con 1 478,7 Kg/ha. Y tomando en cuenta todas las ventajas que tiene sobre el suelo al ser un fitoestimulante natural.
- El fitoestimulante Biol al 5% contribuyó a incrementar la producción de fréjol, más que la fertilización con humus de lombriz y Biol al 10%.
- La adición del fitoestimulante Biol al suelo, incrementó las colonias de microorganismo, los cuales fueron benéficos al cultivo de fréjol.
- La utilización del Biol fue más económica que la fertilización química, ya que estuvo al alcance de los agricultores de la zona y es de fácil preparación.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES.

- Si existen condiciones idénticas al lugar del ensayo, se recomienda el uso del fitoestimulante Biol al 10%, y al 5 %, ya que se observaron magníficos resultados, floreciendo en menor tiempo a los 47.6 y 48.0 días respectivamente.
- La aplicación del Biol resulta económicamente rentable, ya que su elaboración no implica gastos onerosos y es fácil su preparación, siendo de gran ayuda para la conservación de los suelos.
- Se debería realizar una nueva investigación con las mismas concentraciones del Biol en otros cultivos, para tener mayor información del fitoestimulante y dar confiabilidad de su uso en el cultivo.

- Realizar el conteo de microorganismos del suelo para cada tratamiento, y las cantidades de macro y micronutrientes del suelo, para cada uno de ellos, luego de aplicado.

CAPÍTULO VII

a. RESUMEN.

“FERTILIZACIÓN ORGÁNICA COMPARADA CON LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*), PARA MINIMIZAR EL EFECTO DE DEGRADACIÓN DEL SUELO”.

La investigación se realizó en la hacienda de Tunibamba, propiedad de la Comunidad de Tunibamba, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura, ubicada a 2 446 msnm., con una temperatura promedio anual de 12 °C, una precipitación de 800 mm/año, y una zona de vida de bosque húmedo montano (b.h.m.).

La presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

- ◆ Probar que la producción y productividad de los cultivos de fréjol mediante la nutrición orgánica de la planta, pueden incrementarse, utilizando el fitoestimulante Biol.
- ◆ Evaluar la producción obtenida con diferentes dosis de aplicación del fitoestimulante Biol en el cultivo de fréjol, al suelo y al follaje, y de esta manera determinar si se puede mejorar la producción, comparándola con la fertilización con humus de lombriz y de la química.
- ◆ Desarrollar tecnologías alternas de producción, al alcance de los pequeños agricultores, con la finalidad de mejorar sus ingresos económicos.
- ◆ Disminuir los costos de producción de fréjol, mediante la utilización del fitoestimulante Biol, como fertilizante y estimulante foliar.
- ◆ Reducir la dependencia de los Agroquímicos por parte de los agricultores para la producción de cultivos, y a la vez propender e incentivar a la agricultura auto sustentable o ecológica.

- ◆ Medir la Microfauna del suelo antes y después de la aplicación del fitoestimulante Biol.
- ◆ Propender al manejo sustentable de los recursos naturales, de suelo, agua y atmósfera.

El proceso de investigación comprendió 3 fases importantes que fueron:

- a) Preparación y fermentación del fitoestimulante Biol.
- b) Aplicaciones del fitoestimulante y agroquímicos, al suelo y follaje; y abono orgánico al suelo, en los diferentes ensayos; y, determinación del ensayo más representativo.
- c) Analizar la Microfauna del suelo.

Se implementó el Diseño de Bloques Completamente al azar con sus Comparaciones Ortogonales respectivas, en cada una de las variables estudiadas.

Se instalaron cinco bloques, los cuales constaban de cinco parcelas, y en cada parcela cinco tratamientos diferentes, donde se aplicaron abonos como: abono orgánico (humus de lombriz), abono químico (10-30-10), Biol al 5%, Biol al 10% y por último el testigo.

Las variables evaluadas en cada tratamiento fueron:

- Altura de las plantas a los 30, 60, y 90 días.
- Días a la floración.
- Número promedio de vainas por planta.
- Longitud de las vainas.
- Número promedio de granos por vaina.
- Peso de 1 000 granos por cada tratamiento.
- Rendimiento.

Luego se aplicó el fitoestimulante (BIOL) al follaje por aspersión, mediante la utilización de bomba mochila de 20 litros, la primera se la realizó a los 30 días, y la segunda se la hizo a los 60 días.

Las prácticas culturales fueron llevadas con el mayor cuidado y en el tiempo establecido en dicha investigación.

- El control de plagas se hizo a los 12 días, a fin de controlar el gusano trozador, para lo cual se usó cebo para trozadores.
- El segundo control se le hizo preventivo de la mariposa blanca con el Biol al 75% al follaje a los 30 días. Ya que el Biol cumple la función de repelente de plagas por su olor fétido.
- La cosecha se la realizó cuando el cultivo llegó a su estado de madurez comercial, esto es a 130 días.
- Rendimiento.- Esta variable se evaluó de la parcela neta cosechada obteniéndose así el rendimiento en kilogramos / parcela neta.

Los resultados más importantes fueron:

- En la variable de la altura a los 30 días, el material que se utilizó en el ensayo experimental fue homogéneo para está, los fertilizantes utilizados no incidieron para su crecimiento, pues resultó, que fueron iguales en todos los tratamientos.
- Mientras que para las variables 60 y 90 días, los fertilizantes utilizados dieron como mejor resultado al tratamiento T2 (Abono químico 10-30-10) con una altura promedio en la planta de 24.7 cm. y 33.7 cm. respectivamente.
- En cuanto se refiere a la variable días a la floración, se encontró como mejor tratamiento el T4 (Biol. Al 10%), ya que floreció en menor tiempo, 47,6 días de promedio, mientras que en el Testigo se formaron las flores a los 52,4 días de promedio.
- Para el número promedio de vainas por planta, el tratamiento T2 (Abono químico 10-30-10) fue considerado el mejor, ya que se consiguieron buenos resultados, con un promedio de 27,3 vainas por planta.
- El mejor tratamiento para la variable rendimiento fue el T2 (Abono Químico 10-30-10) con un rendimiento promedio de 1 709,1 Kg/ha.
- Se debe manifestar, que el mejor fertilizante para los cultivos es el abono químico 10-30-10, en la mayoría de las variables, esta es la que mayores resultados arrojó, seguido por el tratamiento T3 (biol al 5 %) con una cantidad de 1 478, 7 Kg/ha.

8. SUMMARY.

"COMPARED ORGANIC FERTILIZATION WITH THE CHEMICAL FERTILIZATION IN THE CULTIVATION DE BEAN (*Phaseolus vulgaris*) TO MINIMIZE THE EFFECT OF DEGRADATION OF THE FLOOR."

The investigation was carried out in the, country property of Tunibamba, property of the Community of Tunibamba, Canton Cotacachi, County of Imbabura, located to 2 446 msnm., with a temperature I average yearly of 12 °C, a precipitation of 800 mm/año, and an area of life forest humid montano (b.h.m.) the denominated rehearsal.

The present investigation outlined the following objectives:

“To prove that the production and productivity of the bean cultivations by means of the organic nutrition of the plant, it can be increased, using the fitoestimulante Biol.

“To evaluate that the production obtained with different dose of application of the fitoestimulante Biol in the frijol cultivation, to the floor and the foliage, and this way to determine if it can improve the production, comparing it with the fertilization with worm humus and the chemistry.

“To develop alternating technologies of production, within reach of the small farmers, with the purpose of improving their economic revenues.

“To diminish the costs of bean production, by means of the use of the fitoestimulante Biol, as fertilizer and stimulant to foliate.

“To reduce the dependence of the chemical-agriculture on the part of the farmers for the production of cultivations, and at the same time to incline and to incentivate to the sustainable or ecological agriculture car.

“To measure the Microfauna of the floor before and after the application of the fitoestimulante Biol.

“To incline the sustainable handling of the natural resources, of floor, it dilutes and atmosphere.

The investigation process understood of 3 important phases that were:

a) Preparation and fermentation of the fitoestimulante Biol.

- b) Applications of the fitoestimulante and chemical-agriculture, to the floor and foliage; and organic payment to the floor, in the different rehearsals; and, determination of the most representative rehearsal.
- c) Analysis of the Microfauna of the floor.

The Design of Blocks was implemented totally at random with its Comparisons respective Orthogonals in each one of the studied variables.

They settled five blocks, which consisted of five parcels, and in each parcel five different treatments, where it was applied payments like: I pay organic (worm humus), I pay chemical (10-30-10), Biol to 5%, Biol to 10% and lastly the witness.

The variables evaluated in each treatment were:

- Height of the plants to the 30, 60, and 90 days.
- Days to the flowering.
- Number average of sheaths for plant.
- Longitude of the sheaths.
- Number average of grains for sheath.
- I weigh of 1 000 grains for each treatment.
- Yield.

Then the fitoestimulante was applied (BIOL) to the foliage for aspersion by means of the use of bomb backpack of 20 liters, the first one was carried out it to the 30 days, and the second made it to the 60 days.

The cultural practices were taken with the adult I take care and in the time settled down in this investigation.

- The control of plagues was made to the 12 days to control the worm trozador, for that which you use bait for trozadores.
- The second control became preventive of the white butterfly with the Biol to 75% to the foliage to the 30 days. Since the Biol completes the function of repellent of plagues for its fetid scent.
- The crop was carried out it when the cultivation arrived to its state of commercial maturity, this is to 130 days.
- Yield this variable was evaluated of the harvested net parcel being obtained this way the yield in kilograms / it parcels net.

The most important results were:

- In the variable of the height to the 30 days, the material that was used in the experimental rehearsal was homogeneous for it is, the used fertilizers didn't impact for its growth, because it was that were same in all the treatments.
- While for the variables 60 and 90 days, the used fertilizers gave as better result to the treatment T2 (I Pay chemical 10-30-10) with a height average in the plant of 24.7 cm and 33.7 cm respectively.

- As soon as he/she refers to the variable days to the flowering, it was as better treatment the T4 (Biol. To 10%), since it flourished in smaller time, 47,6 days of average, while in the Witness it formed the flowers to the 52,4 days of average.
- For the number average of sheaths for plant, the treatment T2 (I Pay chemical 10-30-10) the best was considered, since good results were gotten, with an average of 27, 3 sheaths for plant.
- The best treatment for the variable yield was the T2 (I Pay Chemical 10-30-10) with a yield average of 1 709, 1 Kg/ha.
- It should be manifested that the best fertilizer for the cultivations is the chemical payment 10-30-10, in most of the variables, this it is the one that bigger results were obtained, continued by the treatment T3 (biol to the 5%) with a quantity of 1 478, 7 Kg/ha.

BIBLIOGRAFÍA

- Biblioteca de la Agricultura.** 1997. Suelo, abono y materia orgánica, los frutales, Defensa de las plantas cultivadas, Técnicas agrícolas en los cultivos extensivos, Horticultura, Cultivos en invernaderos. IDEA BOOK. Barcelona, España
- Casseres, E.** 1980. “Producción de Hortalizas”. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Lima, Perú.
- Caicedo, L.** 1972. Cursos de Horticultura. 3ra. Ed. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia.
- Claure, C.** 1992. Manejo de Efluentes. Proyecto BIOGAS. Cochabamba, Bolivia.
- Centro Universitario de Capacitación Agrobiogenético.** 1994. Técnicas de Muestreo: BIOL y BIOSOL y plantas de cultivo. Programa para la difusión de Energías Renovables. Cochabamba, Bolivia.
- Devlin, R.** 1970. Fisiología Vegetal. Ed. Omega. Barcelona-España.
- Encarta.** 2003. Biblioteca de Consulta Microsoft®. Microsoft 1993-2002.
- Estrada, H.** 1989. Fundamentos Técnicos del uso de reguladores de Crecimiento. Boletín informativo N° 2. México, México.

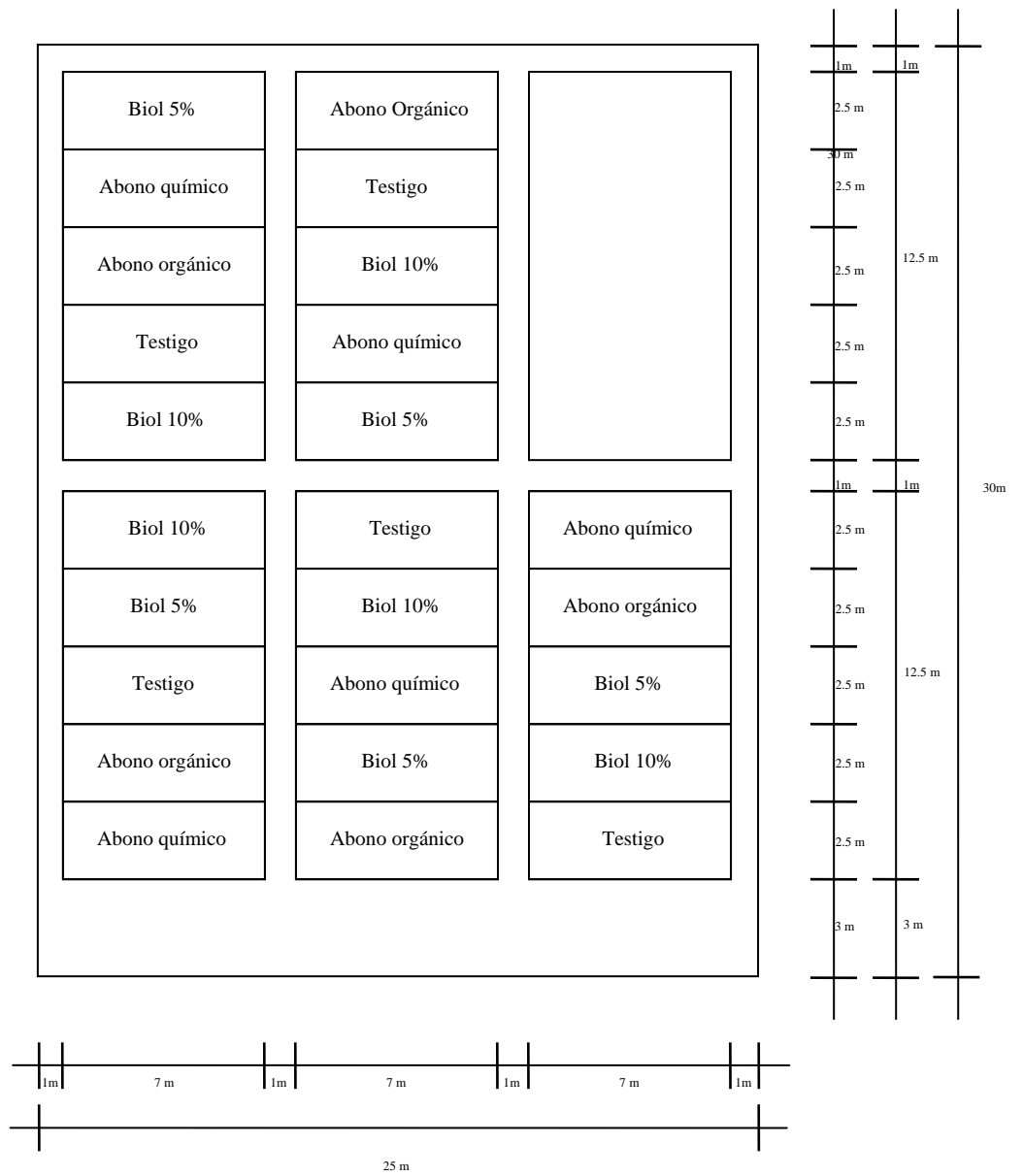
- Font-Quer, P.** 1982. Diccionario de Botánica. Barcelona Labor. Barcelona, España.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.** 1992. El Fréjol Arbustivo en Imbabura. Publicación miscelánea N° 57. Quito, Ecuador.
- Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial.** 1983. Manual de construcción y operación de una planta de BIOGÁS. Guatemala, Guatemala.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.** 1983. Hortalizas. 3ra. Ed. San José, Costa Rica.
- Medina, A.** 1972. El BIOL, fuente de Fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. Programa especial de Energía. Cochabamba, Bolivia.
- Medina, V.A. y Solari, E.G.** 1990. El BIOL fuente de Fitoestimulante en el desarrollo agrícola. Programa especial de Energías UMSS-TZ. Impresiones Poligráficas. Cochabamba, Bolivia.
- Medina, V.A.** 1992. BIOL y BIOSOL en la agricultura. Programa especial de Energías. UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolivia.
- Millar, C.E., Turk, L.M, y Toth, H.D.** 1965. Fundamentos de la Ciencia del suelo. Trad. de la 5° Ed. Editorial Continental. México, México.
- Miller, E.** 1967. Fisiología Vegetal. Traducción por Francisco Latorre. UTEHA. México, México.
- Montilla, A.** 1996. Los ácidos húmicos fúlvicos en el suelo. I Congreso Argentino de Horticultura (16, 1996, Corrientes (Arg.) Memorias Corrientes (Arg), Sociedad Argentina de Horticultura. Buenos Aires, Argentina.

- Mortessen, J. y Bullard, B.** 1971. Agricultura tropical y subtropical. Traducida del inglés por José Fulliner. 2da. Ed. La Paz, Bolivia.
- Olivera, J.** 2001. Manejo Agroecológico del predio, Guía de Planificación. 1ra. Ed. Quito, Ecuador.
- Roger J.M.** 1982. El Suelo Vivo “Manual Práctico de Agricultura Natural”. Tocane-Francia.
- Sivori, E.** 1980. Fisiología Vegetal. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
- Suquilanda, M.** 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones UPS. FUNDAGRO. Quito, Ecuador.
- Terranova Editores.** 1995. Producción Agrícola. “Enciclopedia agropecuaria”. Bogotá, Colombia.
- Velastegui, S. y Mateo, H.** 1992. El BIOGÁS como alternativa energética para zonas rurales en el Perú. Lima, Perú.
- WWW1.ceit.es/assignaturas/ecología.**

ANEXO 1

Esquema de las parcelas del ensayo

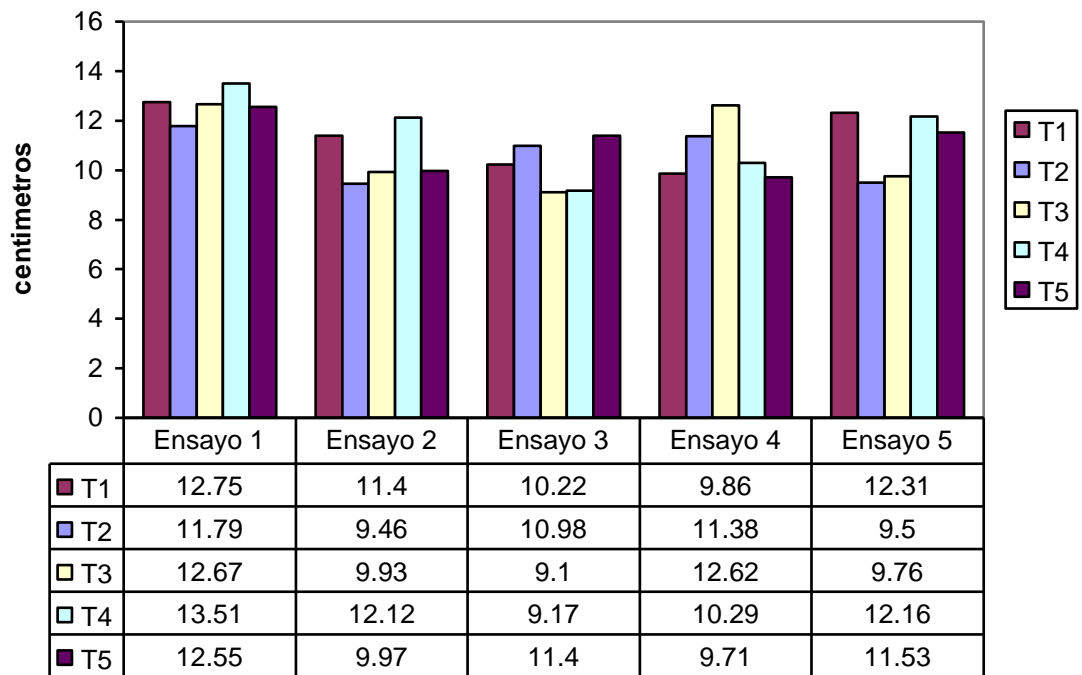
ESQUEMA DE LAS PARCELAS DEL ENSAYO



ANEXO 2

Gráficos de las variables evaluadas

**GRÁFICO No 1
ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS**



**GRÁFICO No 2
ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS**

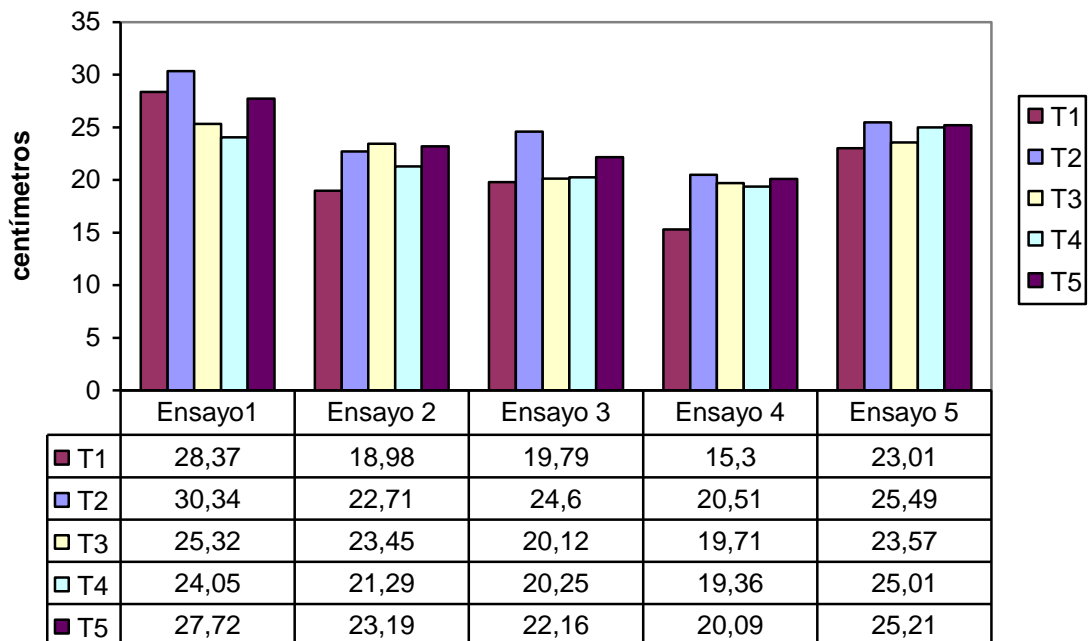


GRÁFICO No 3
ALTURA DE LA PLANTA A LOS 90 DÍAS

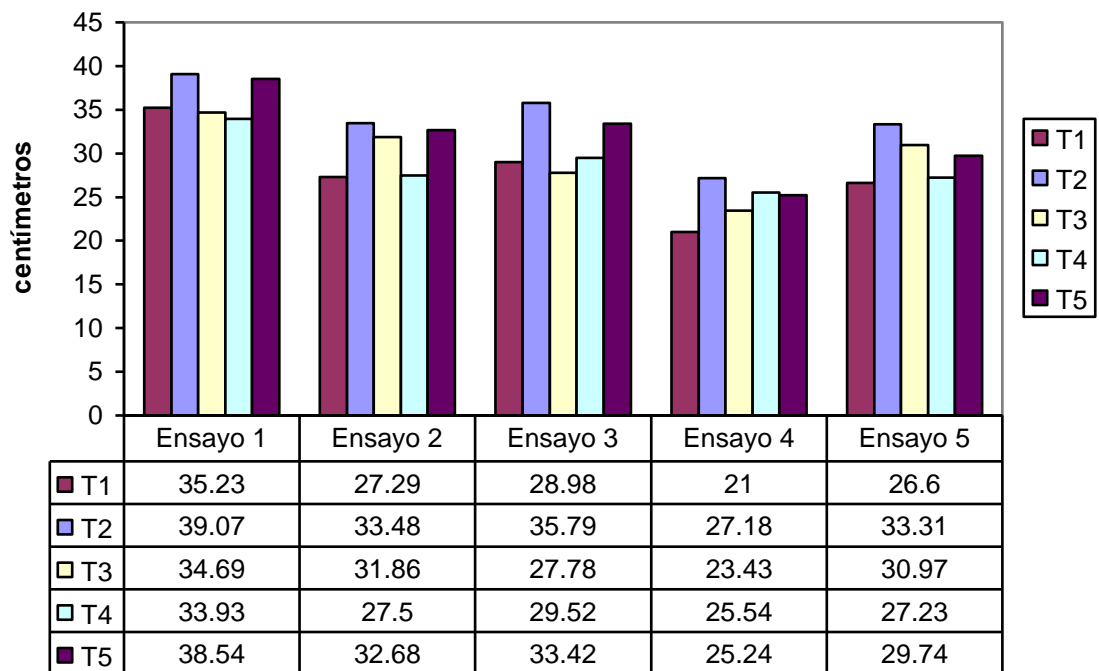


GRÁFICO No 4
DÍAS A LA FLORACIÓN

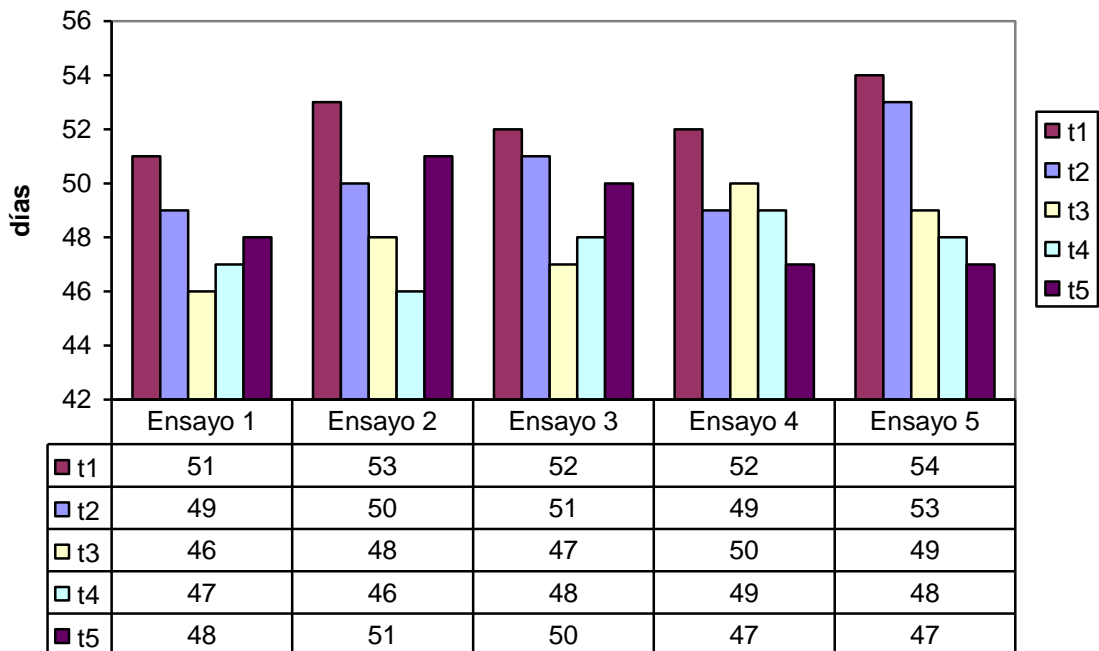


GRÁFICO No 5
NÚMERO PROMEDIO DE VAINAS POR PLANTA

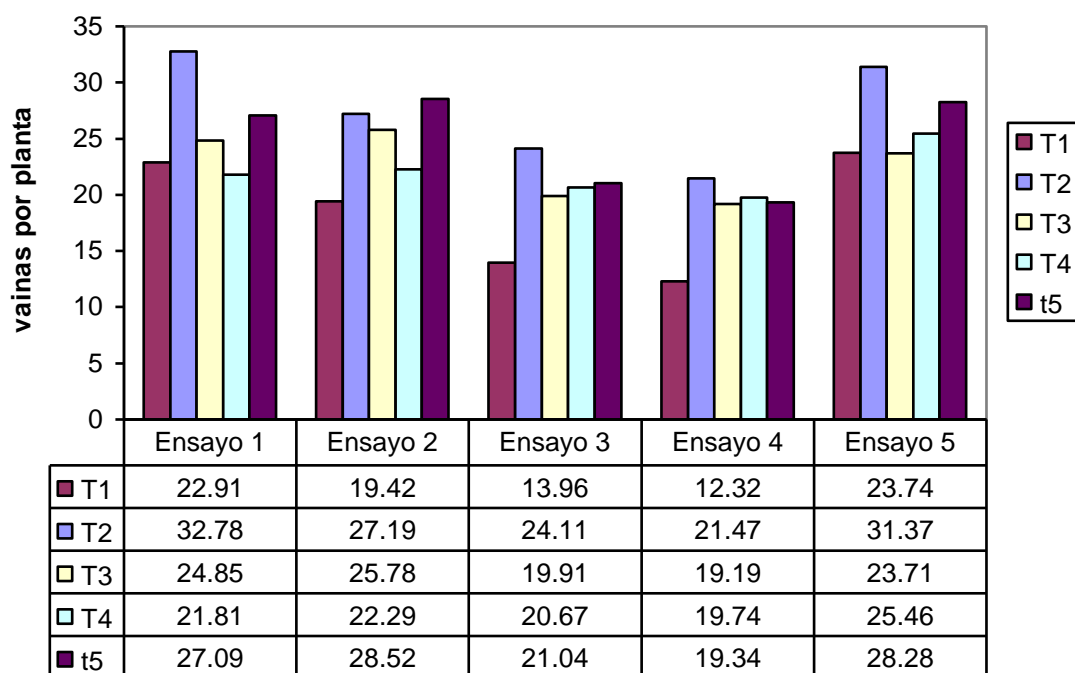


GRÁFICO No 6
LONGITUD DE LAS VAINAS

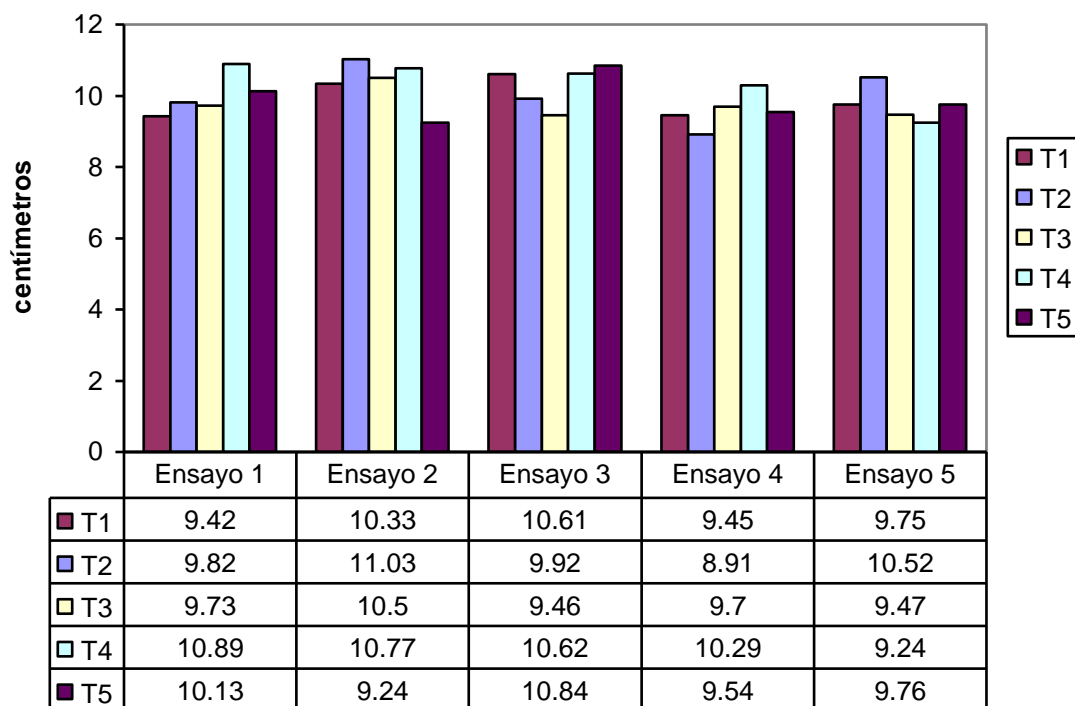


GRÁFICO No 7
NÚMERO PROMEDIO DE GRANOS POR VAINA

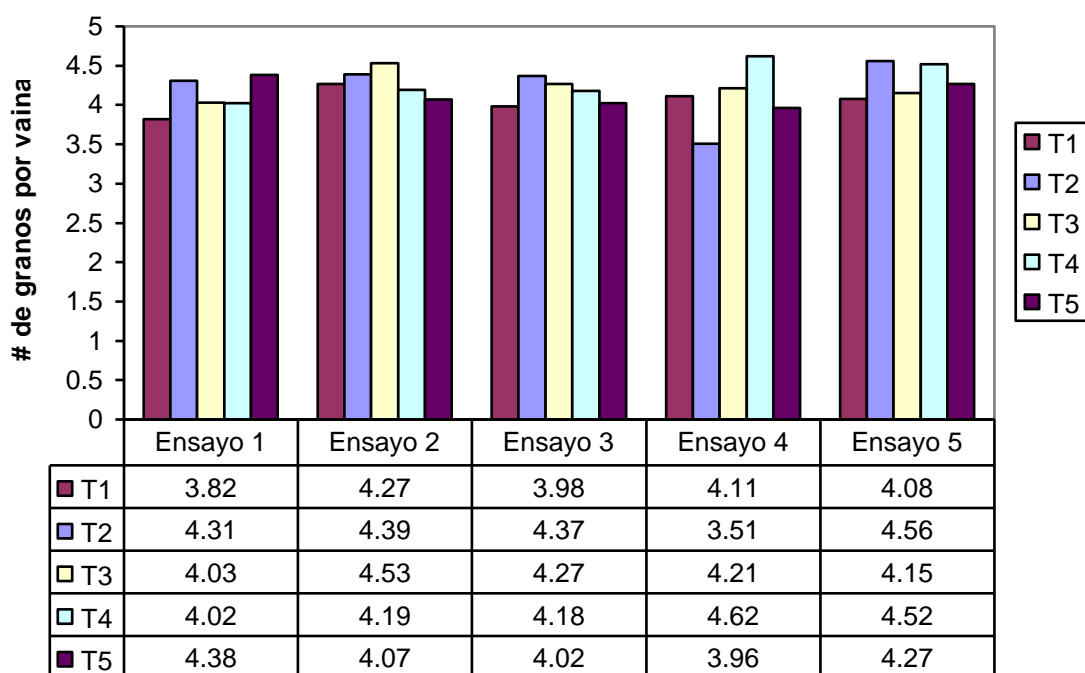
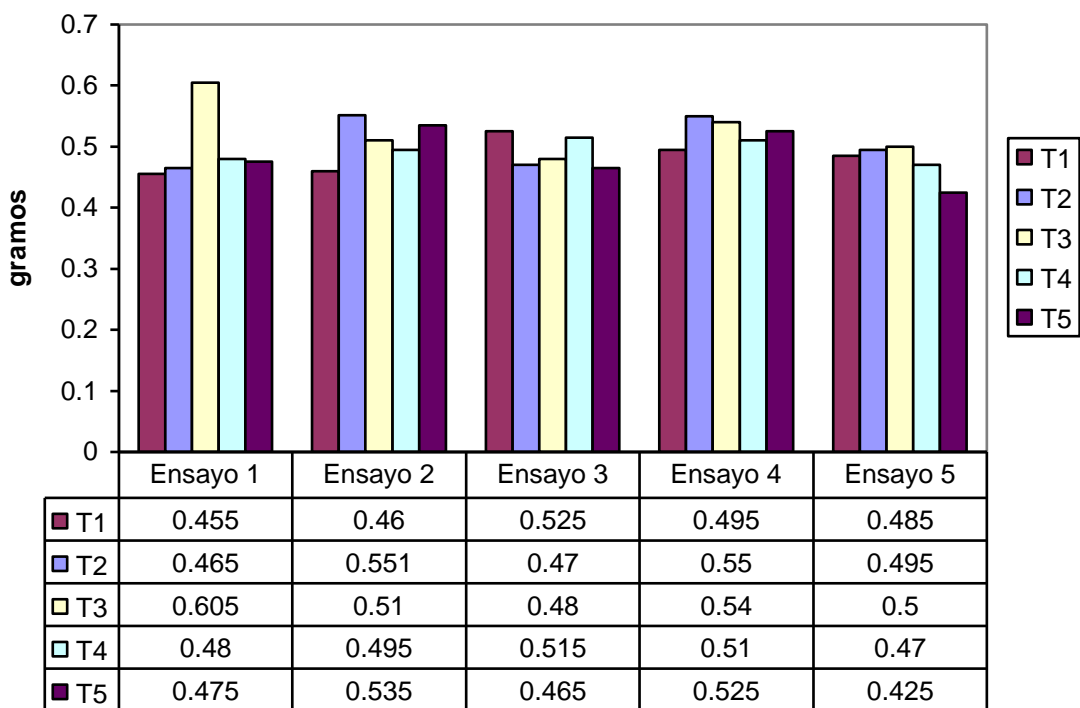
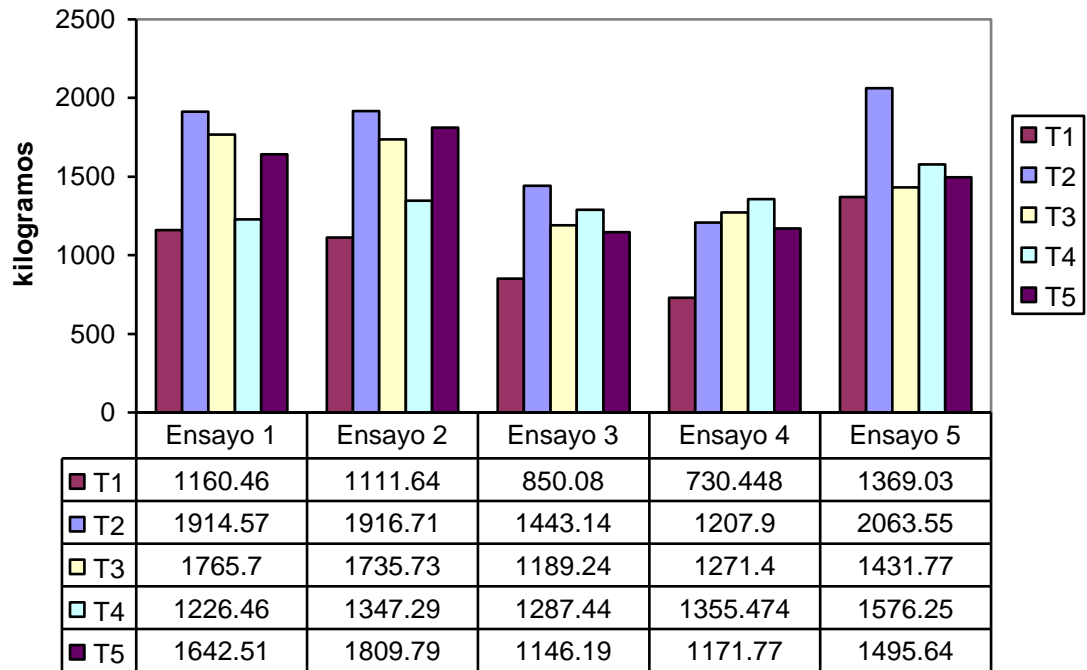


GRÁFICO No 8
PESO DE 1000 GRANOS POR CADA TRATAMIENTO



**GRÁFICO No 9
RENDIMIENTO**



ANEXO 3

Análisis de suelos



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS

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



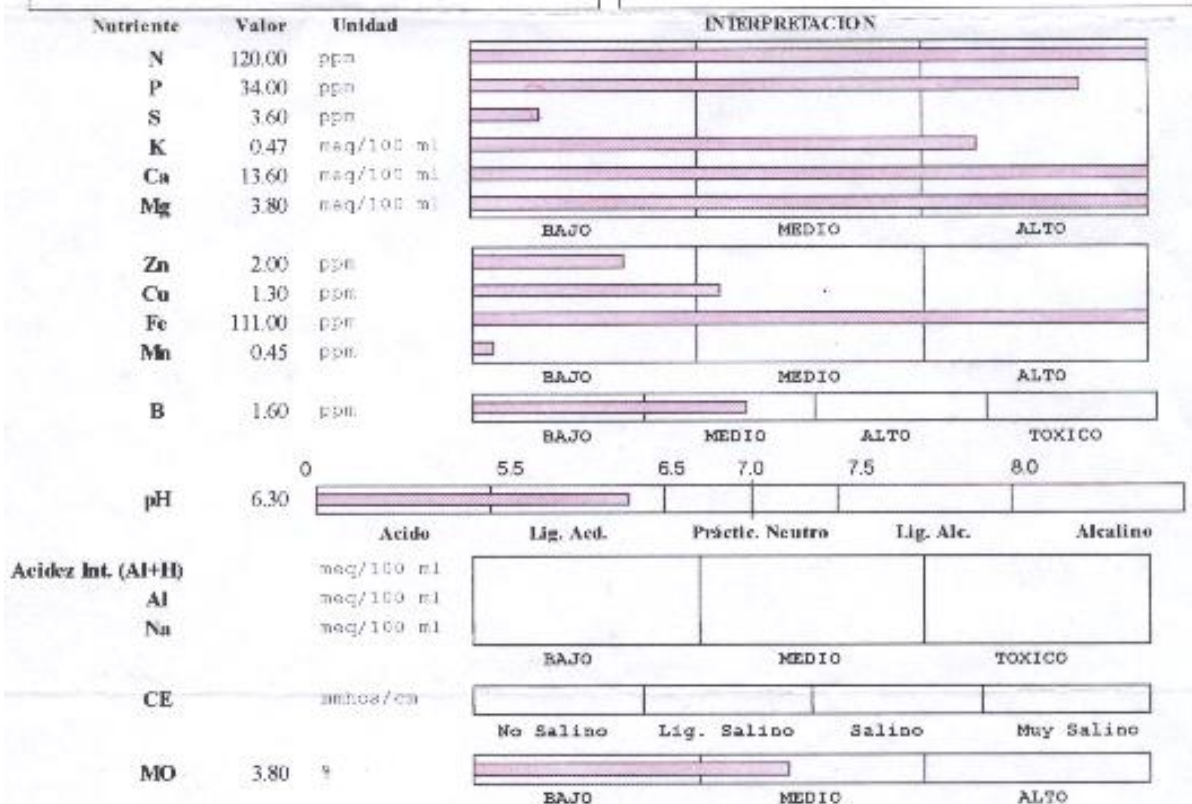
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : UCODEA MOVIVONDO
 Dirección: COTACACHI
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : TUNIBAMBA
 Provincia : IMBABURA
 Cantón : COTACACHI
 Parroquia : IMANTAG
 Ubicación :

DATOS DEL LOTE
 Cultivo Actual : PAPAS
 Cultivo Anterior :
 Fertilización Ant. :
 Superficie :
 Identificación : MUESTRA

PARA USO DEL LABORATORIO
 N° Reporte : 4.799
 N° Muestra Lab. : 51623
 Fecha de Muestreo: 05/03/2001
 Fecha de Ingreso : 06/03/2001
 Fecha de Salida : 23/11/2003



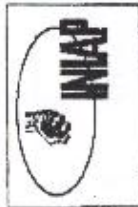
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | |
|-----|-----|-------|-------------|------|-----|----------------|------|---------|
| Mg | K | K | Σ Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla |
| 3.6 | 8.1 | 37.0 | 17.9 | | | | | |

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO
 copia del original
 Base de datos

[Signature]
LABORATORISTA

ANEXO 4

Análisis de las muestras de Biol



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**

Panamericana Sur Km 17
Casilla Postal 17 - 01-048
Tels.: 680-691 y 696693
Fax 696693
QUITO - ECUADOR

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
INFORME DE ANÁLISIS**

No. 157

Santa Catalina, 4 de junio del 2002

Egdo. César Bejorano
IJCÓDEP
Cotacachi FAX: 06-915602
RESULTADOS EN BASE SECA

| MUESTRA No. | NITRÓGENO TOTAL % | pH | Ca mg/100ml | P mg/100ml | Mg mg/100ml | K mg/100ml | Na mg/100ml | Cu ug/100ml | Fe ug/100ml | Mn ug/100ml | Zn ug/100ml | IDENTIFICACIÓN |
|----------------|-------------------------|------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | | | | | |
| 69488 | 0,23 | 7,40 | 19,73 | 88,10 | 8,75 | 79,90 | 108,55 | 416 | 5390 | 3850 | 137 | BIOL-M-1 |
| 69489 | 0,32 | | 12,96 | 177,11 | 4,22 | 71,03 | 122,68 | 889 | 8812 | 5127 | 507 | BIOL-M-2 |

(Handwritten Signature)

DR. ARMANDO RUBIO

RESPONSABLE SERVICIO DE ANÁLISIS
**LABORATORIOS DE NUTRICIÓN
I. N. I. A. P.
EST. EXP. SANTA CATALINA**

ANEXO 5

**Análisis Nemotológicos, Micológico y
Bacteriológico
Antes de la siembra**



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL

Teléfono 690-693



DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

DATOS DE INGRESO

| No. de diagnóstico: | Tipo de análisis: | Fecha de ingreso: | No. Comprobante de pago | No. RUC |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|---------|
| 24 | Micológico | 17-10-01 | 000 | |
| 25 | Bacteriológico | | | |

DATOS DEL REMITENTE

| | | |
|---|------------------|--------------|
| Nombre del remitente: Sr. Héctor Méndez | | |
| Empresa: UCODEP | | |
| Ubicación: Cotacachi | | |
| Dirección | Teléfono: 915602 | Fax: 915 977 |
| | | Email: |


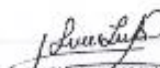
CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

| | | |
|------------------------|--------------|--------------------|
| Cultivo : | Variedades : | Edad : |
| Estado de desarrollo : | | Cultivo anterior : |
| Sistema de cultivo : | | |
| Manejo del cultivo | | |

DESCRIPCION DE LA ENFERMEDAD

| | |
|----------------------------------|--|
| Partes de la planta afectadas : | |
| Intensidad del ataque : | |
| Distribución de la enfermedad : | |
| Posible causa de la enfermedad : | |
| Síntomas o tipo de daño : | |
| Observaciones adicionales: | Análisis micológico y bacteriológico de una muestra de suelo |

RESULTADOS

| Metodología (Medio) | Muestra analizada | Dilución | Patógeno (Hongos) | N° colonias |
|--|-------------------|---|------------------------|-------------|
| PDA-CMA-EMA | Suelo | 10 ⁻¹ | <i>Penicillium</i> sp | 3 |
| | | | <i>Fusarium</i> sp | 2 |
| | | | <i>Mucor</i> sp | 0 |
| | | | <i>Phytium</i> sp | 1 |
| | | | | |
| Metodología (Medio) | Muestra analizada | Dilución | Patógeno (Bacterias.) | U.F.C |
| KB-CVP-SX-DIA | Suelo | 10 ⁻⁵ | <i>Pseudomonas</i> spp | 1 |
| | | | <i>Xanthomonas</i> sp | 0 |
| | | | <i>Erwinia</i> sp | 0 |
| | | | <i>A. tumefaciens</i> | 0 |
| <p>Observaciones : <i>Penicillium</i> sp y <i>Mucor</i> sp son saprófitos. Algunas especies de <i>Phytium</i> son causantes de damping-off en algunos cultivos. <i>Fusarium</i> podría causar algún problema solamente si la especie fuera patógeno del cultivo</p> <p>En el análisis para bacterias se identificó <i>Pseudomonas</i> sp en una frecuencia muy baja, probablemente se trate de alguna especie saprofítica.</p> | | | | |
|  DR. GUSTAVO BERNAL G. RESP. OPTO. PROTECCIÓN VEGETAL | |  DRA. MARÍA LUISA INSUASTI A. RESP. AREA LABORATORIO | | |



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

Telefax 690-693



| DATOS DE INGRESO | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|-------------------------|-----|
| No. de diagnóstico | Tipo de análisis | Fecha de ingreso | No. Comprobante de pago | RUC |
| 25 | NEMATOLOGICO | 17-10-01 | 112 | |

| DATOS DEL REMITENTE | | | |
|-----------------------|-------------------|--------------|--|
| Nombre del remitente: | Sr. Héctor Méndez | | |
| Empresa: | UCODP | | |
| Ubicación: | Cotacachi | | |
| Dirección: | Teléfono: 915 602 | Fax: 915 977 | |

| CARACTERISTICAS DEL CULTIVO | | |
|-----------------------------|---------------------------|-------|
| Cultivo: Rastrojo | Variedad: | Edad: |
| Estado de desarrollo: | Cultivo Anterior : Fréjol | |
| Sistema de cultivo: | | |
| Manejo del cultivo: | | |

| DESCRIPCION DE LA ENFERMEDAD | |
|-------------------------------------|--|
| Partes de la planta afectada: | |
| Intensidad del ataque: | |
| Distribución de la enfermedad: | |
| Posible causa de la enfermedad: | |
| Síntoma o tipo de daño: | |
| Observaciones: Una muestra de suelo | |

RESULTADOS

| | | |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Fecha de identificación: | | Remitente Sr. Héctor Méndez (UCODP) |
| Volumen de la muestra | 100 cc de suelo | |
| Método utilizado: | Oostembrink más filtro de algodón | |

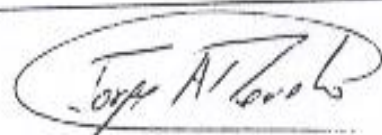
| Muestra | Parte analizada | Larvas en 100 cc. de suelo | | | |
|---------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|------------|--|
| | | <i>Meloidogyne</i> sp | <i>Tylenchorkychnus</i> sp. | Saprotitas | |
| 36 | suelo | 0 | 240 | 800 | |

Observaciones:

El género *Tylenchorkychnus* sp, es un nematodo de incidencia moderada, limitado a ciertas regiones y no sujeto a control obligatorio. Es un parásito débil asociado a varios cultivos. Los saprotitos corresponden a nematodos benéficos.

No se detectó la presencia del género *Meloidogyne* sp, parásito peligroso de una amplia gama de cultivos y malezas.


 DR. GUSTAVO BERNAL
 RESP. DPTO. PROTECCION VEGETAL


 ING. JORGE REVELO
 RESP. AREA NEMATOLOGIA

Nc.

ANEXO 6

**Análisis Nemotológicos, Micológico y
Bacteriológico
Después de la siembra**



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL

Teléfono 690-693



DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

DATOS DE INGRESO

| No. de diagnóstico: | Tipo de análisis: | Fecha de ingreso: | No. Comprobante de pago | No. RUC |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|---------|
| 81 | Micológico | 23-05-03 | (00) | |
| 82 | Bacteriológico | | | |

DATOS DEL REMITENTE

| | | |
|---|------------------|--------------|
| Nombre del remitente: Sr. Héctor Méndez | | |
| Empresa: UYDDEP | | |
| Ubicación: Cotacachi | | |
| Dirección: | Teléfono: 915602 | Fax: 915 977 |
| | | Email: |

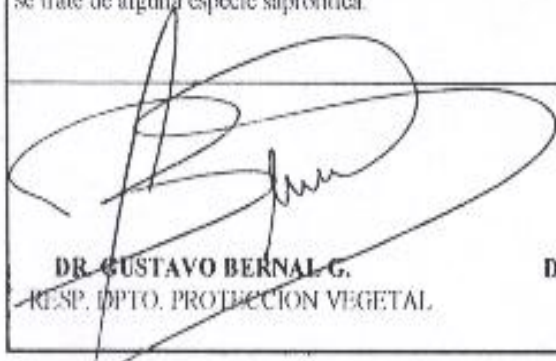
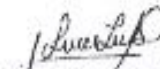
CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

| | | |
|------------------------|--------------|--------------------|
| Cultivo : | Variedades : | Edad : |
| Estado de desarrollo : | | Cultivo anterior : |
| Sistema de cultivo : | | |
| Manejo del cultivo | | |

DESCRIPCION DE LA ENFERMEDAD

| | |
|----------------------------------|--|
| Partes de la planta afectadas : | |
| Intensidad del ataque : | |
| Distribución de la enfermedad : | |
| Posible causa de la enfermedad : | |
| Sintomas o tipo de daño : | |
| Observaciones adicionales: | Análisis micológico y bacteriológico de una muestra de suelo |

RESULTADOS

| Metodología (Medio) | Muestra analizada | Dilución | Patógeno (Hongos) | N° colonias |
|--|----------------------|---|---|------------------|
| PDA-CMA-EMA | <i>Suelo</i> | 10^{-4} | <i>Penicillium</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Mucor</i> sp <i>Phytium</i> sp | 8 4 1 1 |
| | | | | |
| Metodología (Medio) | Muestra analizada | Dilución | Patógeno (Bacterias.) | U.F.C |
| KB-CVP-SX-DIA | <i>Suelo</i> | 10^{-6} | <i>Pseudomonas</i> spp <i>Xanthomonas</i> sp <i>Erwinia</i> sp <i>A. tumefaciens</i> | 2 0 0 0 |
| <p>Observaciones :</p> <p><i>Penicillium</i> sp y <i>Mucor</i> sp son saprófitos. Algunas especies de <i>Phytium</i> son causantes de damping-of en algunos cultivos. <i>Fusarium</i> podría causar algún problema solamente si la especie fuera patógeno del cultivo.</p> <p>En el análisis para bacterias se identificó <i>Pseudomonas</i> sp en una frecuencia muy baja, probablemente se trate de alguna especie saprofítica.</p> | | | | |
|  DR. GUSTAVO BERNAL G. RESP. DPTO. PROTECCION VEGETAL | |  DRA. MARÍA-LUISA INSUASTI A. RESP. AREA LABORATORIO | | |



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

Telefax 690-693



| DATOS DE INGRESO | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|-------------------------|-----|
| No. de diagnóstico | Tipo de análisis | Fecha de ingreso | No. Comprobante de pago | RUC |
| 54 | NEMATOLOGICO | 23-05-2003 | 196 | |

| DATOS DEL REMITENTE | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Nombre del remitente: | Sr. Héctor Méndez | | |
| Empresa: | UCODP | | |
| Ubicación: | Cotacachi | | |
| Dirección: | | Teléfono: 915 602 | Fax: 915 977 |

| CARACTERISTICAS DEL CULTIVO | | |
|-----------------------------|-----------|---------------------------|
| Cultivo: Rastrojo | Variedad: | Edad: |
| Estado de desarrollo: | | Cultivo Anterior : Fréjol |
| Sistema de cultivo: | | |
| Manejo del cultivo: | | |

| DESCRIPCION DE LA ENFERMEDAD | |
|-------------------------------------|--|
| Partes de la planta afectada: | |
| Intensidad del ataque: | |
| Distribución de la enfermedad: | |
| Posible causa de la enfermedad: | |
| Sintoma o tipo de daño: | |
| Observaciones: Una muestra de suelo | |

RESULTADOS

| | | |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Fecha de identificación: | | Remitente Sr. Héctor Méndez (UCODP) |
| Volumen de la muestra | 100 cc de suelo | |
| Método utilizado: | Oostenbrink más filtro de algodón | |

| Muestra | Parte analizada | Larvas en 100 cc. de suelo | | | | |
|---------|-----------------|----------------------------|----------------------------|------------|--|--|
| | | <i>Meloidogyne</i> sp | <i>Tylenchorynchus</i> sp. | Saprotitos | | |
| 54 | suelo | 0 | 260 | 1300 | | |

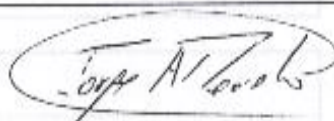
Observaciones:

El género *Tylenchorynchus* sp, es un nematodo de incidencia moderada, limitado a ciertas regiones y no sujeto a control obligatorio. Es un parásito débil asociado a varios cultivos. Los saprotitos corresponden a nematodos benéficos.

No se detectó la presencia del género *Meloidogyne* sp, parásito peligroso de una amplia gama de cultivos y malezas.



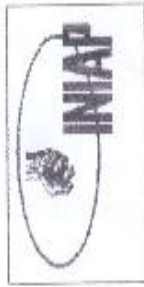
DR. GUSTAVO BERNAL
RESP. DPTO. PROTECCION VEGETAL



ING. JORGE REVELO
RESP. AREA NEMATOLOGIA

ANEXO 7

Análisis Nutricional del grano de fréjol



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

Panamericana Sur Km 17
Casilla Postal 17 - 01 - 340
Tfns.: 690-691 y 690693
Fax 690693
QUITO - ECUADOR

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
INFORME DE ANÁLISIS
No. 146

Santa Catalina, 29 de mayo del 2003

Sr. Héctor Méndez
UCODEP

RESULTADOS EN BASE SECA

| MUESTRA No. | HUMEDAD % | CENIZAS % | ELETREO % | PROTEINA % | FIBRA % | ELN % | IDENTIFICACIÓN |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|-------|-------------------|
| 71130 | 10,64 | 3,88 | 1,81 | 24,44 | 5,89 | 63,98 | FRÉJOL CARGABELLO |

| MUESTRA No. | Ca % | P % | Mg % | K % | Na % | Cu ppm | Fe ppm | Mn ppm | Zn ppm |
|-------------|------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 71130 | 0,10 | 0,53 | 0,16 | 1,29 | 0,003 | 11 | 85 | 8 | 30 |

RESPONSABLE SERVICIO DE ANÁLISIS
DR. ARMÁNDG-ROBIO

LABORATORIOS DE NUTRICION
I. N. I. A. P.
EST. EXP. SANTA CATALINA

ANEXO 8

**Costos de Producción de una Hectárea de Fréjol
Tunibamba Imbabura**

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UNA HECTÁREA DE FRÉJOL TUNIBAMBA IMBABURA

| CONCEPTO | T1 (Testigo) | T2 (Abono Químico) | T3 (Biol al 5 %) | T4 (Biol al 10 %) | T5 (Abono Orgánico) |
|--|--------------|--------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| 1. Preparación del suelo | | | | | |
| - Arada | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| - Rastrada | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| - Surcada | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 2. Insumos | | | | | |
| - Semilla | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| - Insecticidas | | 65.8 | 8 | 8 | 8 |
| - Fungicidas | | 15.3 | 8 | 8 | 8 |
| - Fertilizantes | | 30 | 8 | 8 | 48.45 |
| 3. Mano de Obra | | | | | |
| - Siembra | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| - Riego | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| - Deshierbo | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| - Fumigaciones | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| - Fertilización | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| - Cosecha | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 4. Intereses sobre créditos | | | | | |
| - Anual | | | | | |
| 5. Pago de la tierra o arriendo | | | | | |
| - anual | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 6. Transporte | | | | | |
| - 10 % de imprevistos | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| TOTAL USD DE COSTOS | 785 | 896.1 | 809 | 809 | 849.45 |