

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La potencialidad del Ecuador se sustenta, de manera fundamental, en la diversidad de sistemas ecológicos; y, por tanto, del suelo. Sin embargo, el crecimiento demográfico, la expansión de la frontera agrícola y los procesos de urbanización generan una presión creciente sobre el uso del suelo, incrementan la conflictividad entre actores sociales y provocan el deterioro del recurso al destinarlo a fines inapropiados.

El uso sostenible y eficiente de los distintos tipos de suelo es fundamental dentro de una estrategia de desarrollo, por lo que se propone impulsar de manera urgente la recuperación y conservación de suelos y, la incorporación de tecnologías limpias en los procesos productivos (Flores, 2000).

Según (CAAM, 1996) la erosión potencial y activa en el Ecuador en un 50% es provocada por causas naturales y antropogénicas. Una de las regiones más afectadas es la región Sierra, misma que presenta lugares donde la erosión va de activa a muy activa.

Esta erosión es más drástica en las zonas áridas y semiáridas del callejón interandino dentro de las cuales encaja el caso de la zona a estudiarse, estando presente también la degradación física, química y biológica debido al tipo del suelo, textura, características climáticas, bajo contenido orgánico y mal manejo: monocultivo y falta de incorporación de abonos. Los problemas de deforestación, erosión, la exagerada utilización de agroquímicos; y, una creciente presión humana, no sólo sobre el suelo sino también sobre el agua, dos recursos fundamentales para el desarrollo de una región, contrasta con el objetivo primordial del desarrollo sustentable.

Ante la gran importancia que tienen los Recursos Naturales para el adelanto y desarrollo de una comunidad, región y del país, es necesario realizar propuestas ambientales y plantear un adecuado plan de manejo. De esta manera la población y las instituciones podrían ser un ente crucial para la recuperación y sostenibilidad de los recursos.

Las instituciones y la población están llamadas a utilizar productos biológicos y orgánicos propios de la zona. Ello implica la utilización de abonos orgánicos como son: abono verde, abono de higuera y composta, los cuales brindan algunas ventajas como:

- ✓ Aprovechamiento adecuado de las materias primas propias de la zona para la producción de abono orgánico.
- ✓ Disminución de la contaminación ambiental mediante la biodegradación aeróbica (compost).
- ✓ Incremento del rendimiento y de la calidad de los productos agrícolas.
- ✓ Contribución al mejoramiento de las condiciones físico – químicas del suelo.

Además del empleo de abonos es importante la aplicación de técnicas agronómicas que ayudan a prevenir el ataque de plagas y enfermedades del

cultivo, una de ellas es el cultivo asociado. Esto sumado al uso de abonos orgánicos contribuye al incremento de la producción de cosechas y disminución del deterioro del medio ambiente.

Con la realización de la presente investigación se ha generado información útil para que pueda ser utilizada por los agricultores de la zona ya que ellos siempre han buscado alternativas para disminuir costos y tener un mejor ingreso económico para sus hogares. Las personas y empresas que compran los productos agrícolas que se cultivan en el sector, tendrán mejor calidad y mayor cantidad de producto; y, el medio ambiente se beneficiará por el uso de estas técnicas de producción limpia.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta para el manejo sustentable del suelo mediante el uso de tres abonos orgánicos elaborados con materias primas vegetales, en la Playa de Ambuquí, provincia de Imbabura.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Levantar información básica del área donde se realizó el estudio
- ✓ Establecer el estado actual de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- ✓ Determinar el contenido nutricional de los tres tipos de abonos orgánicos.
- ✓ Establecer el efecto de los abonos orgánicos en los rendimientos del cultivo asociado maíz-fréjol.
- ✓ Comparar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: antes y al final de la cosecha.

- ✓ Capacitar y difundir los resultados a los agricultores de la zona con el apoyo de la Fundación Agro-ecológica “AGRECO”.

1.3. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ✓ ¿Estas prácticas de manejo y recuperación de suelos servirán como alternativas para los agricultores de la zona?
- ✓ ¿El uso sostenido de los abonos orgánicos ayudará a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo?

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. RECURSOS NATURALES

En el manejo y explotación del suelo se debe considerar la presencia de los recursos naturales tanto renovables como no renovables ya que su mal uso causa desequilibrio en el área (Vallejo, 1995).

Teniendo en consideración el alto grado de dependencia respecto de los recursos naturales, la implementación de los planes de manejo y aprovechamiento es imprescindible para alcanzar un desarrollo sustentable. No hay que olvidar que los ecosistemas del Ecuador son reconocidos por su gran biodiversidad.

2.1.1. Recursos no Renovables

Están constituidos por los minerales útiles presentes en una cuenca. La explotación sin control produce por lo general contaminación del suelo, agua y

aire, siendo los dos últimos de contaminación potencial al ser transportados hacia otras zonas aledañas (*Ibid*).

2.1.2. Recursos Renovables

De acuerdo con el autor antes citado, son aquellos que pueden renovarse y mediante un buen manejo mantener o aumentar la productividad, como: el suelo, el bosque y la fauna silvestre. En el caso del suelo su carácter renovable es relativo ya que el incremento de la población y el deterioro del recurso es evidente al no aplicarse los controles necesarios. Esto hace que su disponibilidad se reduzca considerablemente con el tiempo, algunas veces con carácter irreversible.

2.2. PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA AGRICULTURA

2.2.1. Alto Crecimiento Demográfico

Según la FAO actualmente se tiene el 20% de la población mundial con altas tasas de desnutrición crónica, producto del crecimiento poblacional, especialmente en los países subdesarrollados. Los estudios sobre la población en la provincia de Imbabura determinan una tasa de crecimiento del 2,7%.

2.2.2. Escasez de Tierras Agrícolas

A pesar del esfuerzo e ingentes inversiones que los diferentes países del mundo vienen desarrollado en proyectos de riego, recuperación de suelos e incremento del área agrícola, este problema en muchos países realmente se va tornando crítico, debido a la tendencia general que se viene observando respecto con la relación ha/persona que viene decreciendo paulatinamente, notándose cada vez más la presencia de minifundios. En el caso de los países subdesarrollados el uso de tierras no aptas para fines agrícolas ha incrementado el deterioro de los recursos y del medio ambiente.

2.2.3. Producción de Alimentos

A pesar del esfuerzo que los gobiernos y los diferentes organismos internacionales de apoyo han desplegado en las últimas décadas, haciendo altas inversiones a fin de aumentar la producción mundial, según la FAO, ésta ha crecido en un 18% con respecto a lo producido a los últimos 30 años, lo cual es grave si se toma en cuenta el incremento poblacional y los niveles de desnutrición y pobreza de los países subdesarrollados.

2.2.4. Escasez de Agua

Un problema grande y creciente que la humanidad tendrá que afrontar en el siglo XXI es lo referente a la falta de agua de buena calidad, debido a la contaminación. Por otro parte, la situación deficitaria se irá agravando por la alteración del ciclo hidrológico, deforestación, sobrepastoreo y desertificación creciente, sumándose a ello los altos requerimientos humanos, agrícolas, pecuarios e industriales, entre otros.

2.2.5. Falta de Apoyo a la Pequeña Agricultura y a su Organización Empresarial

Una tarea prioritaria que se debe impulsar en los países pobres, donde la pequeña agricultura es denominada “de subsistencia”, con baja productividad, bajos niveles tecnológicos, nula organización y criterio empresarial de los productos; y, en otros casos, como la agricultura migratoria.

2.2.6. Niveles Crecientes de Pobreza y Deforestación

Se debe tener presente que la pobreza induce a una mayor presión sobre los recursos naturales cercanos al ser humano. La deforestación o talas indiscriminadas para utilizar tales tierras con fines agropecuarios, obtención de leña con bajos niveles técnicos y la falta de consideración de las aptitudes de los

suelos, aceleran el deterioro de los recursos y el ambiente alterando de este modo el equilibrio natural.

2.3. EL DESARROLLO SUSTENTABLE

El concepto de desarrollo sustentable (agricultura sustentable) es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociada con la agricultura moderna. En la actualidad, la cuestión de la producción agrícola ha evolucionado desde una forma puramente técnica hacia una más compleja (Cumbre de Jhoannesburgo, Gliessman, 2002).

El concepto de sustentabilidad es útil porque captura un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura, concebida como un sistema económico, social y ecológico. Se pretende desarrollar un agro ecosistema con mínima dependencia de altos insumos agroquímicos y energéticos; y, que enfatice las interacciones y sinergismos entre los componentes biológicos del agroecosistema mejorando así la eficiencia biológica y económica, así como la protección del medio ambiente.

Se han propuesto algunas posibles soluciones a los problemas ambientales creados por los sistemas agrícolas intensivos, en capital y tecnología, basándose en investigaciones que tienen como fin evaluar sistemas alternativos (*Ibid*). El principal foco está puesto en la reducción o eliminación de agroquímicos a través de cambios en el manejo, que aseguren la adecuada nutrición y protección de las plantas a través de fuentes de nutrientes orgánicos y un manejo integrado de plagas, respectivamente.

Una idea implícita en las investigaciones de desarrollo sustentable es que, entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sostenible, con menores impactos negativos ambientales y sociales; y, un menor uso de insumos externos.

El diseño de tales sistemas está basado en la aplicación de los siguientes principios ecológicos (Cumbre de Jhoannesburgo, Gliessman, 2002):

- ✓ Promover la formación y toma de una conciencia conservacionista por toda la sociedad en su conjunto a fin de lograr un aprovechamiento racional y sostenido de los recursos naturales.
- ✓ Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- ✓ Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica e incremento de la actividad biótica del suelo.
- ✓ Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y manejo del suelo a través del aumento de la cobertura.
- ✓ Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y en el espacio.
- ✓ Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad, promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Estos principios pueden ser aplicados a través de varias técnicas y estrategias. Cada una de ellas tiene diferente efecto sobre la productividad y estabilidad dentro de un sistema, dependiendo de: oportunidades locales, disponibilidad de recursos y, en muchos casos, del mercado (<http://tierra.redirio.es/hidrored/basededatos/docu.html>).

2.4. EL SUELO

El suelo es sinónimo de regolita, o sea el agregado suelto de todos los materiales que se encuentran sobre la roca. Las rocas que están en la superficie de la tierra, o cerca de ella, están expuestas a la desintegración y la descomposición. Los productos disgregados se acumulan formando “suelos”.

La regolita o cubierta de las rocas puede tener varios cientos de metros de espesor o puede faltar por completo. Las partes superiores de la regolita, a las que se han incorporado sustancias orgánicas y que están más o menos modificadas biológicamente es lo que constituye el suelo (Luzuriaga, 2000).

Con esto se determina que los suelos se derivan de las rocas (ígneas, sedimentarias o metamórficas), que por los procesos geológicos (tectonismo) originan que la roca sea fracturada o plegada; luego, por los procesos de alteración originan los suelos. Esta mutación no alcanza un estado de equilibrio permanente ya que intervienen agentes o factores de formación que van modificando las características físicas y químicas del suelo.

2.4.1. Definición de Suelo

Se define al Suelo como el material, no consolidado o semiconsolidado, compuesto de la mezcla de partículas de diferentes tamaños, minerales y restos orgánicos, con diferentes cantidades y clases (*Ibid*).

Éste es un sistema natural que se desarrolla a partir del clima y el medio biológico, se diferencia en horizontes y suministra en grandes partes los nutrientes y el sostén que necesitan las plantas, al contener cantidades apropiadas de agua y aire.

La capa superficial de la tierra, rica en material orgánico, se designa con el nombre de capa vegetal.

2.4.2. Las prácticas de manejo y conservación

Se encaminan hacia el logro del desarrollo sustentable a través de la preservación del recurso, en calidad, cantidad y dimensión económico-social. Las prácticas pueden ser de tipo vegetativo o agronómico; y, físico o mecánico. Las primeras utilizan vegetación y prácticas de cultivo como medidas efectivas para garantizar la preservación del suelo y del agua.

Entre las prácticas vegetativas o agronómicas se tiene: barreras vivas, surcos o cultivos en contorno, cultivos en fajas, cultivos asociados, cultivos alternados, labranza mínima, labranza reducida, labranza profunda, enmiendas, abonos verdes, abonos orgánicos.

A las medidas agronómicas ayuda realizar la labranza y los cultivos siguiendo las curvas a nivel 0%, sobre todo en zonas secas, sin riego, donde se realiza cultivos aprovechando el temporal. Las líneas a nivel o con ligero desnivel son perpendiculares a la pendiente.

2.5. CULTIVOS ASOCIADOS: MAÍZ – FRÉJOL

Según López, Fernández y Schoonhoven, (1985), la asociación de cultivos puede definirse como un sistema en el cual, dos o más especies cultivadas se siembran con suficiente proximidad en el espacio, para resultar en una competencia ínter específica por un recurso limitante o potencialmente limitante, por lo que el rendimiento de cada especie será menor que en el monocultivo. Los cultivos asociados pueden ser contemporáneos como el maíz-fréjol-papa-haba; o, de plantación retardada, cuando de planta un segundo cultivo entre los surcos de otro que está creciendo. Los cultivos asociados funcionan hasta el 12% de pendiente.

Los mismos autores señalan que la asociación de cultivos en el trópico tiene una historia casi tan larga como la agricultura. Los sistemas complejos del campesino actual en América tienen sus raíces sin duda en las culturas indígenas; y, en sus cultivos de subsistencia.

La investigación agrícola en el trópico ha ignorado por largo tiempo esta realidad, enfocándose hacia el desarrollo de una tecnología cuyo objetivo es una producción más eficiente de monocultivos. Sin embargo, muchos de los cultivos alimenticios en el trópico se siguen produciendo en pequeñas fincas con sistemas de cultivo tradicionales.

Las ventajas de los cultivos asociados, se resumen en:

- ✓ Cada cultivo, con diverso sistema radicular, aprovecha los nutrientes y la humedad del suelo sin que necesariamente estén compitiendo entre sí.
- ✓ Se reducen los riesgos por ataques de plagas, enfermedades y contingencias climáticas.
- ✓ Se aprovecha mejor la economía del espacio horizontal y vertical al cultivar vegetales de diverso tamaño y usos, a la vez. Además, se reduce la propagación de las malas hierbas.
- ✓ Se previene el lavado del suelo y se lo enriquece con la acción de las leguminosas y la incorporación de una mayor cantidad de materia orgánica proveniente de los residuos de las cosechas o la caída de las hojas de los árboles intercalados.

La disminución del riesgo en el sistema de asociación junto al mayor beneficio económico, demuestran la racionalidad de estos sistemas agrícolas tradicionales y su presencia en los distintos países de América Central y América del Sur. El monocultivo con su sistema de siembra de una sola variedad a densidades altas de

población, en grandes extensiones, constituye el ecosistema más delicado e inestable que jamás haya aparecido sobre la tierra (*Ibid*).

En el mismo sentido, el INIAP (1999), afirma que el fréjol voluble se siembra mayoritariamente asociado con maíz en la franja comprendida entre los 2200 y 2800m de altitud. Es un componente importante en los sistemas de producción de pequeños y medianos agricultores de las zonas maiceras de la Sierra ecuatoriana.

Los resultados del III Censo Agropecuario, en la publicación realizada por el INEC (2002), indican que en el Ecuador son destinadas al cultivo asociado de maíz y fréjol un total de 48 036ha sembradas, correspondientes a 83 816 UPAs y con una productividad de 125kg/ha de fréjol y 418Kg/ha de maíz suave seco.

Es así que Lepiz, Peralta, Minchala y Jiménez (1995), señalan que los datos recabados mediante entrevistas a agricultores de nueve provincias de la Sierra, llegaron a la conclusión de que la siembra de fréjol voluble en asocio principalmente con maíz, sigue siendo la más importante práctica en el país, por el número de productores involucrados y por la superficie cultivada.

2.6. ABONOS ORGÁNICOS

El abono orgánico es utilizado desde el nacimiento de la agricultura; sin embargo, las existencias modernas han motivado la disminución de su uso. Actualmente, el uso de los abonos orgánicos vuelve a tener gran importancia debido a la tendencia a la agricultura orgánica (Seymour, 1981).

El abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto; que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad y la estructura del suelo, retiene la humedad, activa su capacidad biológica y por consiguiente mejora la producción y productividad de los cultivos (Suquilanda, 1996).

Se puede hacer abono orgánico a partir de materiales de origen vegetal y animal. A este tipo de abono se lo llama Compost o Abono Orgánico Compuesto por contener elementos mayores y menores (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B) para la nutrición del suelo.

Los abonos orgánicos son muy importantes en el suelo, ya que suministran el nitrógeno en forma asimilable para las plantas. Los efectos benéficos de la adición de abonos orgánicos al suelo se traducen en una elevación de los rendimientos, que muchas veces no se logran con los fertilizantes químicos (Núñez, 1992. citado por Palate, 2002).

Los abonos orgánicos en general van liberando nutrientes lentamente y los más importante en la parte química es el aumento de la capacidad de intercambio catiónico, lo cual reduce el lavado de las bases intercambiables como el Ca^{++} y Mg^{++} (Suquilanda, *Op.cit.*, 1996).

La materia orgánica proveniente de los residuos vegetales y animales es un constituyente vital de los suelos ya que sirve no únicamente como fuente de nutrientes, sino también como agente de agregación que reduce la erosión e incrementa la retención de humedad. Un suelo agrícola debe contener de 4% a 5% de materia orgánica (Luzuriaga, 2000).

La materia orgánica mejora las cualidades físicas de los suelos, define la estructura y regula la temperatura de los mismos al darles la coloración oscura propia del humus que permite absorber y retener las radiaciones solares; además, evita la pérdida de nitrógeno y el lavado de otros nutrientes.

Al igual que la materia orgánica, también la actividad biológica y la fauna del suelo son influenciadas positivamente por la aplicación de abono orgánico. Esto se refleja en la densidad aparente y en la agregación del suelo (Abono orgánico, s/f).

2.6.1. El Compost

Desde hace pocos años el compostaje y la utilización final del compost, eran técnicas relacionadas únicamente con la agricultura orgánica. Su uso tenía como objetivo el mejoramiento de los suelos; y, elevar la producción y la calidad de los productos agrícolas (Felix, Diana; UTN, 2006).

En la actualidad el compostaje se ha convertido en una alternativa para el manejo de los desechos orgánicos. Por lo tanto, el proceso técnico de la elaboración del compost ya no se limita únicamente a la descomposición de la materia orgánica como en cualquier sistema de aprovechamiento de los desechos, ya que se integran las actividades de recuperación, separación y transporte de los materiales orgánicos que van a descomponerse y que están directamente influenciados por los factores sociales, políticos y económicos (*Ibid*).

De los mismos autores se define el compostaje como el proceso técnico utilizado para la obtención de compost, en el cual existe un control permanente de la descomposición de los residuos.

Para implementar un sistema de compostaje dentro del campo o granja agrícola, sugieren los autores que hay trabajar con los propios residuos vegetales y animales que se generan en ellos, permitiéndose recuperar, dar tratamiento y uso posterior en una forma natural y sencilla.

Los autores citados indican que dentro del proceso de compostaje se diferencian las siguientes actividades.

➤ Selección y Ubicación del Terreno

La ubicación es importante para la perfecta realización de los procedimientos de recolección, transporte y tratamiento de los desechos orgánicos. Se debe considerar varios criterios para la ubicación de las compostas, así:

1. Terreno cercano al sitio de origen de la materia orgánica con el objetivo de reducir los costos en el transporte.
2. Los caminos deben brindar buen acceso al lugar y permitir el transporte de la materia orgánica.
3. Los terrenos que presentan riesgos de inundación pueden afectar el proceso de descomposición por dispersión, destrucción y humedad excesiva en los materiales.
4. Hay que asegurarse las fuentes fijas y cercanas de agua al sitio de compostaje.
5. El terreno debe ser lo suficientemente amplio para la recepción de una cantidad dada de materia orgánica y el adecuado tratamiento de la misma.
6. Los terrenos para el compostaje de preferencia no deben ser secos, excesivamente húmedos o con una actividad eólica muy fuerte.
7. Debe estar ubicados lejos de zonas con alta densidad poblacional o zonas exclusivamente residenciales.

➤ **Actividades de Pre-tratamiento**

Antes de iniciar la producción del compost, es necesario dar un tratamiento a los desechos que consiste en el siguiente parámetro:

1. Clasificación del material separando los desechos inorgánicos de los orgánicos.
2. Recepción de los desechos de mejor calidad.
3. Separación y recuperación de los desechos inorgánicos para su reciclado.
4. Picado y desmenuzamiento de los desechos orgánicos.

➤ **Actividades de Tratamiento**

El tratamiento comprende:

1. Mezcla y apilamiento de los desechos en cantidades proporcionales para su descomposición.

2. Control técnico de la humedad, temperatura, pH, aireación, durante el proceso de descomposición.
3. Control de lixiviados, olores, moscas, roedores, etc.

➤ **Post – tratamiento del Compost Elaborado**

Luego de la elaboración del compost, se procede de la siguiente manera:

1. Cernido del compost para eliminar las impurezas existentes y darle una conformación uniforme.
2. Ensacado sin que se compacte el compost y almacenar en lugares secos alejados del sol y de la lluvia.
3. La producción y utilización del compost constituyen un referente para el aprovechamiento, mejoramiento y mantenimiento de su implementación.

2.6.1.1. Materiales para la elaboración del Compostaje

➤ **Fuente de materia carbonada**

Aserrín de madera, zarzales (ramas y hojas verdes de arbustos), caña de maíz, maleza seca de las deshierbas, paja de cereales (trigo, cebada), desechos de cocina. Mientras más variados sean los materiales que se consignan mejor será la calidad del abono que se obtenga (Suquilanda, 1995).

➤ **Fuente de materia nitrogenada**

Estiércoles de vaca, chivo, conejo, cuyes, aves hierba tierna.

➤ **Fuente de materia mineral**

Cal agrícola, roca fosfórica, ceniza, tierra común y agua.

Al hacer las mezclas que se compostarán es necesario tener en cuenta la relación C/N de los materiales orgánicos, es una relación en la que el carbono es siempre

mayor que el nitrógeno. Para hacer el compost se necesita cualquier mezcla que promedie 30:1 es decir 30 partes de carbono, por una de nitrógeno, en peso, no en volumen (SuquilandaM s/f).

La fórmula para hacer el compost es:

$$\text{Carbono (C)} = 30 + \text{Nitrógeno (N)} = 1 + \text{Agua} + \text{Aire}$$

En el cuadro 1 se muestra la relación carbono/nitrógeno (C/N) de algunos materiales orgánicos:

Cuadro 1. Materiales para Hacer una Compostera.

Nº Orden	MATERIALES	RELACIÓN C/N
1	Hojas secas y restos de maleza	80/1
2	Caña de maíz	60/1
3	Bagazo de caña de azúcar	50/1
4	Desechos de frutas	35/1
5	Pasto verde	19/1
6	Alfalfa	16/1
7	Restos de cosecha de fréjol (tamo)	105/1
8	Restos de cosecha de cebada	80/1
9	Desechos orgánicos de cocina	15/1
10	Estiércol de chivo	25/1
11	Estiércol de vaca	25/1
12	Estiércol de gallina	7/1
13	Estiércol de cuy	10/1
14	Estiércol de conejo	8/1
15	Tierra negra	90/1
16	Roca fosfórica	30/1

Fuente: Suquilanda, M (s/f)

2.6.2. Abono elaborado a partir de Higuera

La higuera *Ricinus communis* L, pertenece a la familia Euphorbiaceae. Tiene gran capacidad de adaptación y es cultivada prácticamente en todas las regiones tropicales y subtropicales; aunque se da en forma silvestre en ciertas zonas, es

típica de regiones semiáridas. El cultivo prospera desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, pero conforme aumenta la altitud, decrece el contenido de aceite.

(<http://www.cas.org/usde/publications/unit/oea60s/ch11.html>)

La higuierilla requiere una época seca definida después de la floración y su requerimiento de agua durante la etapa de crecimiento es de 600 - 800mm.

Prospera bien en suelos de mediana o alta fertilidad, profundos, sueltos, permeables, aireados, bien drenados, con altas cantidades de elementos nutritivos y con pH sobre 5,5 (óptimo 6-7), aunque no soporta la alcalinidad.

Su origen es muy discutido y algunos la consideran originaria de Asia y otros como nativa de América, pero se cree que África es su cuna (Arledge, 2000).

Es una oleaginosa cuyo aceite se utiliza en la industria de fertilizantes, para uso antiparásito en humanos, como abono orgánico y nematicida (www.castorsa.com, 2003).

El abono de higuierilla es un abono obtenido de los residuos de oleaginosas procesados, luego son sometidos a digestión bacteriológica, mezclando pasta de higuierilla y enriquecido con antioxidante, inositol y colinas naturales.

Las ventajas del abono se sintetizan en:

- ✓ Los elementos que contiene este abono son muy estables, su acción es lenta, continua y duradera, con alto contenido de materia orgánica que conserva la estructura del suelo y por tanto mantiene y mejora el potencial de éste;
- ✓ Como todo abono orgánico mejora la calidad de la cosecha, en sabor y aspecto.

- ✓ Las aplicaciones recomendadas restituyen todos los nutrientes del suelo, conservan y protegen su vida microbiana y aseguran altos rendimientos con costos mínimos frente a otros fertilizantes.
- ✓ Mejora la estructura de los suelos haciéndolos más aptos para los sembríos.
- ✓ Todos los organismos benéficos del suelo son alimentados y robustecidos.
- ✓ Mantiene la fertilidad del suelo puesto que aporta casi todos los elementos necesarios y abundante materia orgánica, ayuda a liberar del suelo minerales que necesitan las plantas www.castorsa.com (2003).

La composición química del abono de higuerrilla consta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química del abono de higuerrilla.

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Calcio	Ppm	7.00
Magnesio	%(p/p)	0.43
Nitrógeno	%(p/p)	5.00
Fósforo	Ppm	25.00
Potasio	%(p/p)	1.85
Hierro	%(p/p)	1.00
Sodio	%(p/p)	1.00
Cobre	Ppm	0.94
Boro	Ppm	41.40
Manganeso	Ppm	47.00
Azufre	%(p/p)	0.34
Molibdeno	Ppm	4.00
Zinc	Ppm	13.00
Materia Orgánica	%(p/p)	79.00
Bacterias	Ufc/g	255.00
Humedad	%(p/p)	10

Fuente: Castor Ecuatoriana (2003)

2.6.3. Abono Verde: Mucuna

La mucuna (*Stizolobium deeringianum*), es una leguminosa que crece muy rápido y se adapta bien a las zonas cálidas. La mucuna también es conocida como fríjol

abono (Toledo, 1991). Es una especie originaria de la India, que se cultiva mayormente en Centroamérica.

El ciclo de vida de la mucuna es anual. La planta crece en forma rastrera, sus hojas son grandes y trifoliadas, de folíolos anchos y membranosos; tiene una gran cantidad de raíces superficiales y sus flores blancas o violetas, sus semillas pueden ser de negras brillantes a castaño claro. El período vegetativo es corto. Tiene un amplio ámbito de adaptación a diferentes condiciones de suelos y su exigencia en nutrimentos no es muy significativa. Cuando crece en condiciones favorables produce gran cantidad de forraje verde y de materia seca. Es importante destacar que no se ha informado problemas de plagas causadas por insectos en esta planta (CAAM, 1996).

Se caracteriza por su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico mediante una relación simbiótica con microorganismos del suelo. El nitrógeno del aire es convertido por las bacterias *Rhizobium* presentes en las raíces de la planta; además, estas plantas de cobertura protegen el suelo contra la erosión y cuando la cobertura muere, ese nitrógeno puede ser usado como nutrimento para otras plantas.

Utilizada como cobertura produce gran cantidad de hojas que cubren el suelo y comúnmente, son sembradas en asocio con cultivos o en terrenos en descanso, porque compiten por luz, agua, nutrimentos y con las malezas ayudando a eliminarlas.

Esta planta se la dejó de utilizar cuando aparecieron los herbicidas y los fertilizantes sintéticos. Actualmente, con el incremento de los precios de los insumos agrícolas y el deseo de lograr sistemas agrícolas más sostenibles, ambiental y económicamente; se ha retomado esta práctica agrícola como una alternativa para el manejo de los cultivos y la preservación de los suelos.

También son muy útiles porque mantienen la humedad del suelo y aumentan su contenido de materia orgánica, por lo tanto se usan como abono verde en los cultivos.

2.7. VENTAJAS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS.

Según IICA (2001) los agricultores pueden tener las siguientes ventajas y desventajas al producir y usar los abonos orgánicos:

- ✓ Son Materiales baratos y fáciles de conseguir.
- ✓ Fáciles de elaborar y guardar.
- ✓ Su fabricación exige poco tiempo y puede ser escalonada de acuerdo con los cultivos.
- ✓ Los abonos son más completos al incorporar a los suelos los macro y micronutrientes necesarios para el crecimiento vigoroso de las plantas.
- ✓ Fáciles de usar y eliminar factores de riesgo para la salud de los trabajadores y consumidores.
- ✓ Protegen al ambiente, fauna, flora y biodiversidad.
- ✓ Mejoran gradualmente la fertilidad de los suelos asociando a su macro y microbiología.
- ✓ Estimulan el ciclo vegetativo de las plantas.
- ✓ Son una fuente constante de materia orgánica.
- ✓ Reducen el escurrimiento superficial del agua.
- ✓ Favorecen la colonización del suelo por la macro y microvida.
- ✓ Permiten a los agricultores tener mayores opciones económicas y bajar los costos de producción.
- ✓ Los cultivos orgánicos, en los aspectos nutricionales (cantidad y calidad) superan cualquier otro sistema de producción.
- ✓ Fuente de liberación lenta de macronutrientes y micronutrientes con acción residual prolongada.

- ✓ Eficiencia en la absorción nutricional de las plantas, al tener mayor desarrollo del sistema radical.
- ✓ Las plantas cultivadas son sanas y vigorosas, no se enferman fácilmente.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

El área donde se realizó el estudio, tiene las características que se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Ubicación y datos técnicos del área de estudio

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	Ambuquí
Sector:	La Playa de Ambuquí
Altitud:	1880msnm ^{**}
Latitud Norte:	00°27'39,5" ^{**}
Longitud Oeste:	78°00'42,5" ^{**}
Temperatura promedio anual:	19,4°C [*]
Precipitación media anual:	366.5mm [*]
Humedad Relativa:	80% [*]
Zona de Vida:	Monte Espinoso premontano (me-PM)

Fuente: *Estación Hacienda Irumina, Ambuquí

** IGM

3.2. Materiales, insumos y equipos

Los materiales, insumos y equipos empleados en la investigación se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Materiales, insumos y equipos utilizados para la elaboración de abonos orgánicos y su aplicación en el cultivo asociado de Maíz – Fréjol.

MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS				
HERRAMIENTAS AGRÍCOLAS	INSUMOS	EQUIPO DE LABORATORIO	MATERIALES DE ESCRITORIO	OTROS
Trinche	Residuos de animales	Termómetro	Computadora	Piola
Palas	Residuos vegetales	Balanza de precisión	Suministros de oficina	Flexómetro
Azadones	Hojas y tallos de higuera		Calculadora.	Martillo
Machetes	Semilla de mucuna		Cámara fotográfica	Zaranda
Carretilla	Semilla de fréjol		Carta topográfica	Barreno
Estacas	Semilla de maíz duro		GPS	Cubetas
Manguera	Productos fitosanitarios etiqueta verde: Kemate Captan Sticker			
Rótulos de investigación				
Rastrillo				
Baldes				
Bomba de fumigar				

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Levantamiento de información básica

Se recopiló información sobre los factores abióticos y bióticos.

3.3.1.1 Factores abióticos

✓ Suelo

Se obtuvo información secundaria referente al tipo de suelo, geología, textura, pendiente, pedregosidad, fertilidad, erosión y drenaje. Además se determinó el uso actual y potencial de los suelos del área donde se encuentra ubicado el sitio de estudio. Como refuerzo de la información se elaboró el mapa base, mapa geológico, mapas de uso actual y uso potencial de la parroquia Ambuquí (Ver Anexo 6).

✓ Agua

Se realizó mediante cartografía de la zona (cartas topográficas) y observaciones de campo, que permitieron elaborar el mapa hidrológico de la parroquia Ambuquí, área donde se inscribe el sitio en que se efectuó la investigación.

✓ Clima

Los datos climáticos se obtuvieron a partir de los Registros de la Estación de la Hacienda de Irumina, parroquia Ambuquí. La información se refiere a: Precipitación máxima, mínima y media mensual; y, temperatura media mensual. A partir de los datos se elaboró el Diagrama Ombrotérmico.

3.3.1.2. Factores bióticos

✓ Flora

Se evaluó utilizando el método de transectos. Se realizaron cuatro unidades muestrales de 2 x 50m.

✓ Fauna

Se hizo el diagnóstico de aves, mamíferos, reptiles y anfibios mediante la ubicación de senderos, corredores biológicos, dormideros, hospederos; para luego ubicar los transectos y colocar las trampas sherman para mamíferos y la red ornitológica para aves.

3.3.1.3. Aspecto socioeconómico y cultural.

Se elaboró con base en investigación de campo, aplicando encuestas y entrevistas, dirigidas a:

- ✓ Líderes de los barrios de Ambuquí.
- ✓ Presidentes de organizaciones
- ✓ Compilación de información existente en el Registro Civil y en el Centro de Salud de la Parroquia de Ambuquí.
- ✓ Encuesta en una muestra de veinte familias del sector.

Se recopiló datos sobre: población, vivienda, servicios básicos, salud, ocupación, educación, aspectos culturales, y otros. Estos datos fueron complementados con información secundaria publicada por del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

3.3.2. Establecimiento del estado actual del suelo

3.3.2.1. Recolección de Muestra del Suelo

Se recogió de quince a veinte sub-muestras en forma de zig-zag las cuales se mezclaron para luego formar una sola muestra representativa de 1kg que debidamente etiquetada fue enviada a laboratorio para su análisis de:

- ✓ Análisis Químico: Macro y Micro nutrientes, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica.
- ✓ Análisis Físico: Textura.
- ✓ Análisis Biológico: Micológico, Bacteriológico y Nematológico



Fotografía 1. Muestreo de suelo para diagnóstico físico, químico y biológico, Ambuquí, UTN, 2008

3.3.2.2. Delimitación del Ensayos

Se delimitó el lote de terreno de 22m de largo y 30m de ancho, con un área total de 550m². Cada bloque fue de 154m² y cada uno de estos bloques tuvo tres

tratamientos. Cada tratamiento con un área de 30m^2 (6x5m). Entre parcelas se dejó un metro para los caminos.

Una vez delimitada la superficie se distribuyó al azar los tratamientos en estudio, de acuerdo con el siguiente esquema.

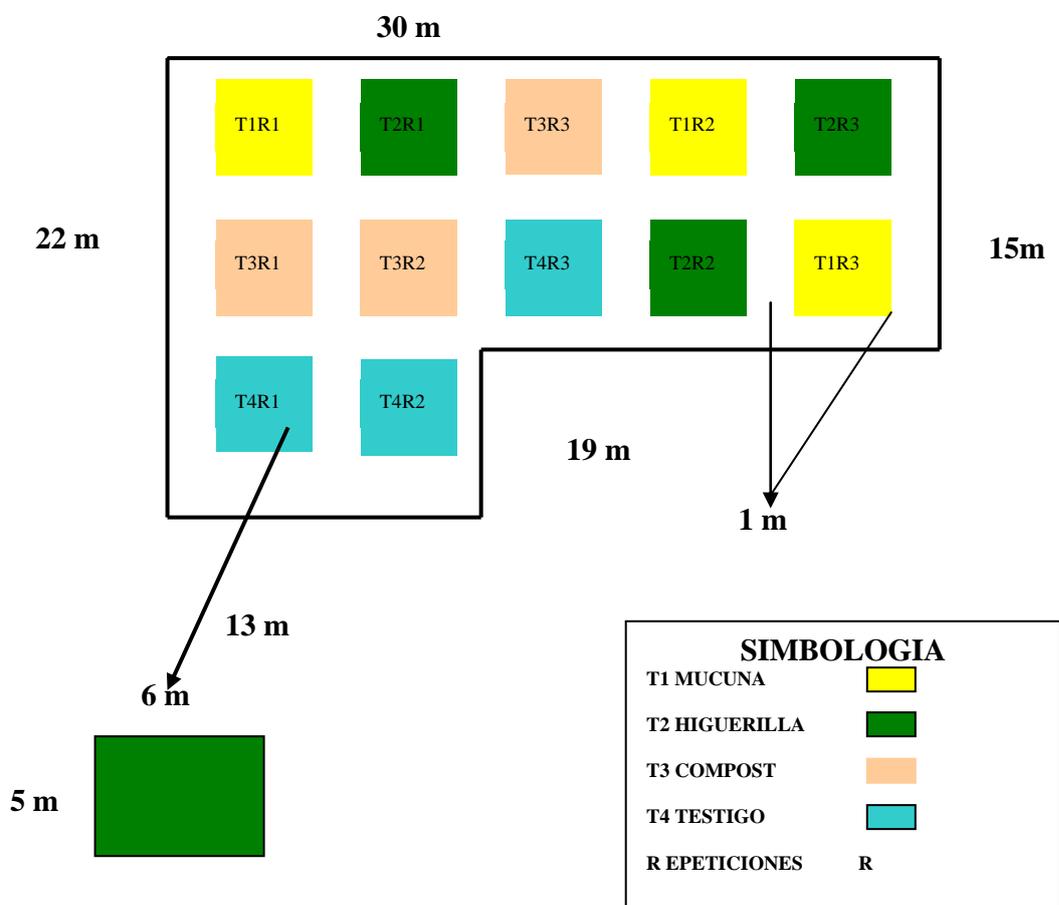


Gráfico 1. Esquema de Distribución de Parcelas en el Campo. Ambuquí, UTN, 2008

3.3.3. Elaboración y determinación del contenido nutricional de los abonos orgánicos

3.3.3.1. Elaboración de Abono Verde de Mucuna

Se realizaron las labores de preparación del terreno, arada y rastrada, para luego trazar los surcos. Previo a la siembra se dio un riego y se procedió a colocar las semillas de mucuna en las distintas parcelas en que se realizó este tratamiento. Se depositaron tres granos por golpe a distancias de 50cm de distancia entre plantas y 80cm de surcos. A los tres meses de edad, la mucuna llegó a su estado de floración por lo que se procedió al corte del cultivo y se la incorporó al suelo utilizando un azadón. Se hizo dos riegos para acelerar la descomposición y a los quince días se procedió a la siembra del cultivo asociado.

Previamente se recolectó una muestra de mucuna para enviar al laboratorio, para su respectivo análisis.



Fotografía 2. Abono Verde Mucuna (*Stizolobium deeringianum*), Ambuquí, UTN, 2008

3.3.3.2. Elaboración del Compost

Se recolectó los siguientes materiales (Cuadro 5):

Cuadro 5. Materiales usados para elaborar el compost

Materiales	Nº Cubetas por capas	Nº de capas	Total
Malezas	3	4	12
Kikuyo fresco	3	4	12
Residuos de cocina	3	4	12
Bagazo de caña de azúcar	3	4	12
Caña de maíz seca	3	4	12
Tamo de fréjol	3	4	
Residuos de alfalfa	3	4	12
Tamo de trigo	3	4	12
Estiércol de chivo, caballo, vaca, gallinas, cuy y conejo	1c/u	4	4
Ceniza	1	4	4
Tierra negra	1	4	4

Se procedió a la demarcación del terreno donde se implementó la compostera, misma que tuvo las siguientes dimensiones: 1mx1m. Se aflojó el área demarcada a una profundidad de 0.30cm, con el fin de activar la biología del suelo que se encontraba en dicha área después se procedió a la instalación de un cajón de 1m de altura. Se colocó una base de ramas gruesas (caña de maíz y tamo de fréjol) para facilitar el drenaje y la aireación, en la primera capa se puso material seco (malezas de deshierba, restos de leguminosas) y se aplicó agua para que se humedezca. La segunda capa fue de material verde, la tercera de estiércol (Bovino, caprino, cuy y conejo); y, se colocó una fina capa de tierra, y luego otra de ceniza. Se repitieron las mismas capas hasta alcanzar una altura de un metro, manteniendo siempre una humedad adecuada.

Se realizó el manejo de la compostera, (riego y volteo), con el fin de favorecer la aireación y acción de los microorganismos descomponedores. El volteo se realizó cada ocho días.

Transcurridos tres meses se obtuvo el compost, luego del respectivo proceso de tamizado. Una muestra del mismo fue enviada al laboratorio para su análisis.

Este abono se aplicó en una dosis $19,05 \text{ kg/m}^2$, valor que fue obtenido por cálculo luego de considerar los nutrientes obtenidos con los análisis del suelo y los requerimientos del cultivo.

	
Ramas gruesas(tamo de fréjol)	Material verde
	
Aplicación de agua	Estiércol de animales
	
Restos de cocina	Tierra negra



Fotografía 3. Proceso de elaboración del compost, Ambuquí, UTN, 2008

3.3.3.3.Elaboración del Abono de Higuerilla

Se recolectó las hojas de higuerilla, para luego ponerlas a secar en un lugar plano. Una vez secadas se las trituro manualmente y se dejó en reposo, para regarlo y voltearlo continuamente para una más rápida descomposición. Ello permitió obtener abono de higuerilla muy desmenuzado. Una muestra de este abono fue enviada al laboratorio para su análisis.

Realizada la preparación del terreno en los tratamientos respectivos, se procedió a distribuir el abono de higuerilla, en una dosis de $4,86 \text{ Kg/m}^2$, calculada con base en el análisis de suelo y requerimientos del cultivo asociado.



Fotografía 4. Proceso de elaboración del abono de higuerilla. Ambuquí, UTN, 2008

3.3.4. Comparación de las propiedades del suelo antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos

3.3.4.1. Siembra del cultivo asociado maíz - fréjol

- ✓ **Preparación del terreno.** Se realizó un paso de rastra, excepto en los tratamientos de mucuna donde se incorporó el abono verde de mucuna. Se esparció uniformemente el compost y el abono de higuera y los incorporó al suelo. Luego de 15 días se realizaron los surcos a una distancia de 20cm entre ellos, se dio un riego y se procedió a la siembra.



Fotografía 5. Incorporación de los abonos orgánicos, Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ **La siembra.** Se realizó manualmente el día 10 de septiembre del 2008 colocando la semilla de fréjol a una distancia de 30cm entre plantas, depositando 3 semillas en la mitad del surco a una profundidad aproximada de 3cm, con la técnica de golpe. Una vez germinado el fréjol se procedió a la siembra del maíz a una distancia de de 50cm entre plantas, depositando dos semillas por golpe, a la altura de la mitad del camellón o surco.



Fotografía 6. Labores de siembra, Ambuquí, UTN, 2008

Labores culturales. Se efectuaron los debidos cuidados como:

- ✓ **Deshierbas.** Esta labor se realizó a los 40 y 75 días, después de la siembra con el propósito de eliminar malezas del cultivo, utilizando herramientas manuales de labranza como el azadón.



Fotografía 7. Deshierba del cultivo o rascadillo, Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ **Aporques.** Se realizaron dos aporques durante el ciclo del cultivo, para dar mayor sostén a las plantas, para evitar el volcamiento de la planta y ayudar a la mejor producción tanto del maíz como del fréjol.



Fotografía 8. Aporques, Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ **Riego.** Se realizó mediante riego por gravedad del agua que proviene del canal de riego Ambuquí que se origina en el Río Mataquí. La frecuencia de riego fue cada ocho días, durante dos horas, distribuyendo un caudal de veinte litros/segundo.



Fotografía 9. Riego de las parcelas, Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ **Controles Fitosanitarios.-** Se realizó el control fitosanitario contra fusarium y antracnosis.



Fotografía 10. Control fitosanitario, Ambuquí, UTN, 2008.

- ✓ **Labores de Cosecha.** Esta labor se efectuó cuando el cultivo asociado llegó a su estado de madurez fisiológico tanto para el fréjol como el maíz (granos secos) se trazó en cada una de los tratamientos una parcela neta para la obtención tanto del producto como el resultado.

Los productos de las parcelas netas del fréjol fueron recolectados en fundas las mismas que estuvieron identificadas para cada uno de los tratamientos. Después de dos meses se realizó el mismo procedimiento para la cosecha del maíz ya que el fréjol tiene un ciclo vegetativo más corto que el maíz.



Fotografía 11. Delimitación de la Parcela Neta y cosecha del fréjol, Ambuquí, UTN, 2008.



Fotografía 12. Labores de cosecha del maíz duro, Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ **Muestreo del suelo.** Se efectuó luego de la cosecha del cultivo asociado (maíz – fréjol) con el método de zig-zag; se recolectó sub-muestras al azar de cada uno de las parcelas (repeticiones), luego se mezcló para obtener una muestra representativa de cada tratamiento (T1 (mucuna), T2 (higuerilla), T3 (compost), T4 (Testigo)). Respectivamente etiquetado se envió al laboratorio para su análisis.

3.3.5. Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo

Se efectuó pesando el producto (fréjol-maíz) en kilogramos/parcela neta, para cada uno de los tratamientos. Los valores fueron transformados a kg/ha.



Fotografía 13. Peso del producto (fréjol), Ambuquí, UTN, 2008

3.3.6. Análisis estadístico

Factores en estudio

- ✓ Variación de propiedades físico – químicas y biológicas del suelo
- ✓ Rendimiento en peso de los cultivos. Esta variable se evaluó de la parcela neta cosechada, obteniéndose así el rendimiento en kilogramos/ parcela neta, el cual luego se expresó en Kg/ha.
- ✓ Contenido de macro y micro nutrientes incorporados al suelo a través de los abonos orgánicos.

➤ **Tratamientos**

Se probaron tres abonos orgánicos y un testigo

T1 Mucuna

T2 Higuera

T3 Compost

T4 Testigo

➤ **Diseño Experimental**

Se realizó el Diseño de Bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento.

➤ **Características del Experimento:**

Número Tratamientos	4
Número de Repeticiones	3
Número de Unidades Experimentales	12

➤ Análisis Estadístico

Cuadro 6. Esquema del ADEVA (Análisis de Varianza)

FACTOR EN ESTUDIO	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	11
TRATAMIENTOS	3
REPETICIONES	2
ERROR EXPERIMENTAL	6

Coefficiente de variación (C.V.%)

Prueba de Tukey

$$VT = \left(\binom{n}{k} (\alpha T) \right) sx$$

3.3.7. Capacitación y difusión de resultados

Para la capacitación y difusión de resultados se realizó las siguientes actividades:

- ✓ Se difundió información a través del medio de comunicación (Radio Mira) a los agricultores de esta zona sobre los beneficios que tiene la incorporación de los abonos orgánicos al suelo.
- ✓ Se dio charlas sobre las ventajas de los abonos orgánicos (Mucuna, higuierilla y compost) para incentivar su aplicabilidad en una agricultura moderna y ecológica. Se lo hizo en la modalidad de taller para al final del mismo evaluar mediante una corta encuesta (Ver anexo 8) sobre cuál de los abonos sería el más factible para aplicar en los terrenos de los agricultores.



Fotografía 14. Capacitación y difusión de resultados, Ambuquí, UTN, 2008

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Información básica de la Playa de Ambuquí

4.1.1. Factores Abióticos

4.1.1.1. Suelo

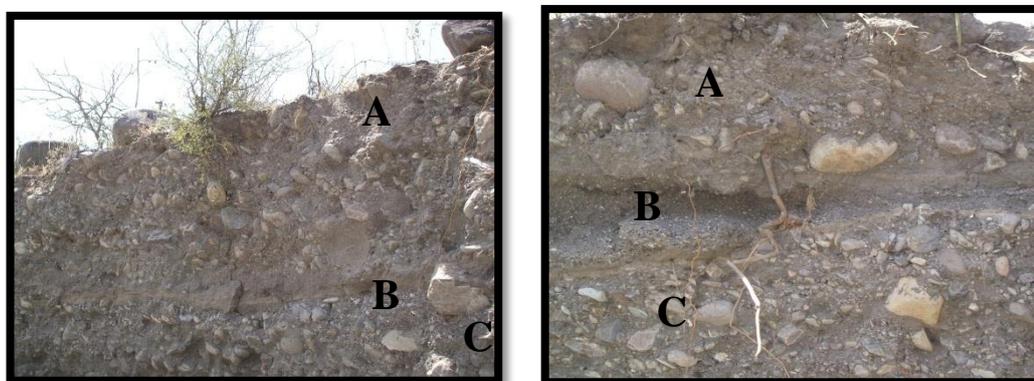
El suelo del área de estudio corresponde a la clasificación *TORRISAMMENTS régimen árido ústico*. Los suelos son de textura media a gruesa (franco – arenosa), provenientes de materiales volcánicos; poco meteorizados, con baja retención de humedad, formados por sedimentos arrastrados por la lluvia y el cauce de la quebrada seca Ambuquí, pedregosidad mayor del volumen del suelo.

Presenta una erosión laminar y en surcos por la mala aplicación de prácticas culturales, el principal factor limitante es su alto contenido de grava y piedra impidiendo las labores agro-culturales.

El contenido de materia orgánica es de 1.88% según el análisis de suelo equivale a bajo, su profundidad es de 50cm; presenta un pH 8.12 alcalinos con presencia de CO_3Ca .

Este tipo de suelo se presenta en valles pequeños y medianos del Callejón Interandino, con pendientes variables de plano a ligeramente ondulado menor al 5%, en una altitud de 1600 a 1800 msnm originando suelos de textura gruesa o arenosa. Estos resultados guardan relación con los valores determinados en el estudio de suelos realizado por el PRONAREG en 1984.

Perfil del suelo.- El perfil del suelo se encuentra muy bien definido en los que se puede diferenciar los siguientes horizontes:



Fotografía 15. Perfil del suelo, Ambuquí, UTN, 2008

Horizonte A.- Como podemos ver en las fotografías 15, es el más superficial y en él enraíza la vegetación herbácea, éste horizonte tiene 50 cm. de profundidad en el cual se encuentra una fina capa de materia orgánica la misma que es muy baja en nutrientes, presenta una textura arenosa con presencia rocosa; la capa vegetal existente es muy pobre y escasa.

Horizonte B.- En este horizonte se puede observar los materiales que se han acumulado desde la capa superior, principalmente, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos metálicos, carbonatos que son materiales más finos. Tiene 20 cm. de profundidad.

Horizonte C.- Está constituido por la parte más alta del material rocoso, sobre el que se apoya el suelo, más o menos fragmentado por la alteración mecánica y la química, pero en él aún puede reconocerse las características originales del mismo.

✓ **Geología**

Según el mapa geológico la Playa de Ambuquí está constituido por arcillas, tobas, areniscas y conglomerados (Ver Anexo: lámina 3: Mapa Geológico).

Es importante saber la geología del lugar ya que se conoce los diferentes tipos de materiales geológicos que afloran en la superficie terrestre.

✓ **Topografía**

La pendiente de un terreno es muy importante en la labranza de la tierra y en movimiento del agua sobre el suelo, en la zona de estudio predominan rangos de pendiente plano a ligeramente ondulados el mismo que tiene de 0 al 2% de pendiente con una altitud de 1600 a 1800 msnm (Ver Anexo: lámina 4: Mapa de Pendientes).

✓ **Uso Actual del Suelo**

El uso actual del suelo es variado ya que se dedica a cultivos de ciclo corto, caña de azúcar, pastos, vegetación arbustiva, su mayor parte de bosque intervenido; y, pequeños relictos de bosque natural. También se puede observar áreas erosionadas resultantes del mal uso y manejo (Ver Anexo: Lámina 5: Mapa del uso actual).

✓ **Uso Potencial del Suelo**

En el uso de la tierra de la Playa de Ambuquí existen algunas limitaciones ya que son suelos poco profundos, contenido de materia orgánica es bajo, pH alcalinos. (Ver Anexo: Lamina 6: Mapa del uso potencial del suelo).

Para la determinación del Uso Potencial de la Tierra y en particular la identificación de las diferentes categorías, se utilizó la metodología propuesta por el Centro Científico tropical (CCT).

- ✓ Con Limitaciones Importantes.
- ✓ Protección de Cobertura Vegetal/ Bosque Protector/ Reforestación

4.1.1.2. Agua

La Parroquia de Ambuquí se encuentra cubierta o bañada por los afluentes del Río Chota. El agua que se utiliza para regar los cultivos de la Playa de Ambuquí proviene del canal de Riego Ambuquí el cual es alimentado del Río Mataquí. Algunos agricultores también captan las aguas provenientes de la Quebrada seca de Ambuquí, que ésta crece solamente en tiempo de lluvioso. (Ver Anexo: Lamina 7: Red Hidrica)

4.1.1.3. Clima

Los datos Meteorológicos correspondieron a los registrados en la base de la estación Hacienda de Irumina de la Parroquia de Ambuquí que se encuentra a tres kilómetros del sitio donde se establecieron los ensayos.

✓ Temperatura

Con respecto a las temperaturas máximas, se puede afirmar que en promedio, no existe mayor variación, ya que ella se mantiene, alcanzando una temperatura promedio anual de 19.5 °C, con variaciones mínimas a lo largo de todo el año.

La precipitación anual registrada es de 366.5 mm, con pocas lluvias en todo el año. Los meses de mayor precipitación son Abril y Octubre con 75.6 mm y 69.8 mm respectivamente y los de menor precipitación son Agosto (0.0 mm) y julio (1.4 mm). Para determinar el período ecológicamente seco, es necesario contar con registros de precipitación y temperatura mínimo de 10 años, cuyos promedios sirven para calcular los meses secos de la zona (Gráfico: 2), a través del diagrama ombrotérmico.

Simbología:

T^{bio} = temperatura biológica a la cual se desarrollan las plantas propias del lugar.

ETP= evapotranspiración potencial.

\bar{P}_x = precipitación promedio de cada mes

$\frac{1}{2}$ ETP = mitad de ETP

Cuadro 7. Valores climáticos de la Estación Ambuquí.

Mes	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D	Año ΣX
# días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Constante	5.00	4.52	5.00	4.84	5.00	4.84	5.00	5.00	4.84	5.00	4.84	5.00	58.93
T _{bio}	19.6	18.8	19.4	19.3	19.5	19.7	19.9	19.9	19.9	19.3	18.8	19.5	233.6
ETP/mes	98.0	84.9	97.0	93.4	97.5	95.3	99.5	99.5	96.3	96.5	91.0	97.5	1146.4
\bar{P}_x	33.6	43.5	56.9	52.5	48.7	23.7	10.9	10.5	24.3	38.8	48.9	37.5	430.1
1/2 ETP	49.0	42.4	48.5	46.7	48.7	47.6	49.7	49.7	48.1	48.2	45.5	48.7	572.8
	S					S	S	S	S	S			

S: mes seco

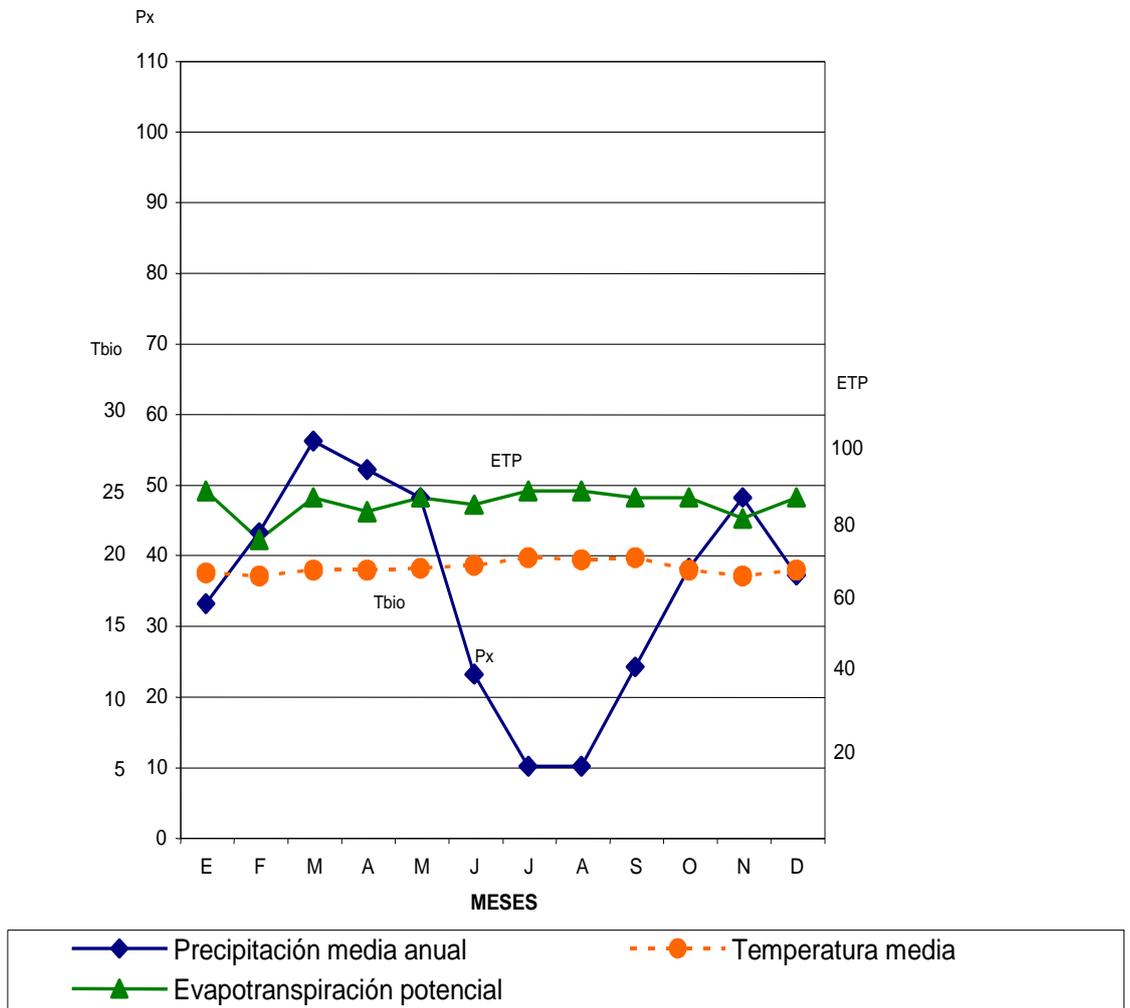
Fuente: INAMHI

Px: Precipitación media.

T_{bio}: Temperatura biológica

ETP: Evapotranspiración potencia

Gráfico 2. Diagrama Ombrotérmico



Según el diagrama Ombrotérmico el período ecológicamente seco corresponde a los meses de enero, junio, julio, agosto, septiembre y a mediados de octubre; el periodo ecológicamente lluvioso corresponde a los meses de febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre; con la evapotranspiración anual de 1146,4 mm/año.

4.1.2. Factores bióticos

4.1.2.1. Flora

La ecozona Monte espinoso – Premontano (me-PM) se caracteriza por la vegetación xerofítica que son plantas que se adaptan por su estructura a los medios secos. Las principales especies representativas de flora de la Playa de Ambuquí se la señalan en el (Cuadro 8).

Cuadro 8. Flora de la zona, Ambuquí , UTN, 2008

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	USO
ESPINO	<i>Acacia macracantha</i>	FABACEAE	Leña y postes
CHAMANO	<i>Dodonea viscosa</i>	SAPINDACEAE	Medicinal
MOSQUERA	<i>Croton mentodorus</i>	EUPHOBIAEAE	Medicinal
NIGUA	<i>Tournefortia ramosissima</i>	BORRAGINACEAE	Comestible
CORONTILLA	<i>Cereus sp.</i>	CACTACEAE	-----
TUNA	<i>Opuntia feroz</i>	CACTACEAE	Comestible
ESPADILLA	<i>Cereus sapiun hbk.</i>	CACTACEAE	-----
PAJA	<i>Paspalum sp.</i>	POACEAE	Habitad de Gasteropodos

4.1.2.2. Fauna

Se caracteriza por tener las siguientes especies faunísticas que se la resumen en el (Cuadro 9).

Cuadro 9. Fauna de la zona, Ambuquí , UTN, 2008.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	HABITO
ZORRILLO	<i>Conepatus chinga</i>	MUSTELIDAE	Predador
RATON	<i>Acodon niollis</i>	ECHIMYDAE	Herbívoro
RAPOSA	<i>Didelphys albiventis</i>	DIDEIPHIDAE	Predador
CUTURPILLA	<i>Culumbina minuta</i>	COLUMBIDAE	Dispersador de semillas
TORTOLA	<i>Zeneida auriculata</i>	COLUMBIDAE	Comestibles
GAVILAN	<i>Buteo ventrales</i>	ACCIPITRIDAE	Predador
GALLINAZO	<i>Cathartes atratus</i>	CARTHARTIDAE	Predador
COLIBRI	<i>Amazilla chionogastes</i>	THOCHILIDAE	Polinizador
PAJARO ROJO	<i>Phyrocephalos rubinus</i>	TYRANNIDAE	Insectívoro
PIGPIGA	<i>Atiene cunicularia</i>	STRIGIDAE	Insectívoro

4.1.3. Aspecto socio económico

4.1.3.1. Salud

En Ambuquí existe un Sub-centro de salud, el cual fue construido con el financiamiento de Visión Mundial en convenio con el Seguro Social Campesino a cargo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). El centro tiene como personal un Médico General y dos enfermeras, realizan visitas y campañas de vacunación mensuales en las comunidades cercanas a la zona controlando y previniendo las enfermedades comunes.

4.1.3.2. Educación

En base a los censos existen un 4,2% de personas adultas analfabetas, 70% de la población tienen educación primaria, aunque la mayoría no ha concluido sus estudios y un 13,5% tiene educación secundaria, con un bajo número de profesionales.

Ambuquí cuenta con centros educativos, un colegio ubicado en la comunidad de Carpuela que se encuentra a 10 minutos de la Playa de Ambuquí, dos escuelas; una ubicada en la comunidad de Ambuquí a la cual asisten la mayoría de los niños del sector; y, la otra en el Ramal de Ambuquí; cuenta con un centro preprimario ubicado en la cabecera parroquial.

4.3.1.3. Vivienda

La Playa de Ambuquí por la influencia turística y de mayor facilidad de ingreso las construcciones son de bloque y ladrillos con varios tipos de acabados, relacionados al ingreso económico familiar o turístico, actividad que a incrementado la plusvalía de la zona.

4.1.3.4. Aspecto Cultural

Por estar ubicada dentro de las comunidades negras se ve influenciada por el folklore y costumbres afro ecuatorianas del Valle del Chota, caracterizada por su música y danzas típicas.

4.1.3.5. Actividad Económica

El principal modo de subsistencia es la agricultura con productos como: fréjol, tomate, ají, pimiento, sandía, uvas, papayas, yucas, cebolla, ovos, aguacates, otros son comercializados en la comunidad del Juncal donde se realiza las ferias libres con productos provenientes de la provincia del Carchi, Pimampiro y de la Zona del Valle del Chota, incrementando la diversidad de productos para la alimentación en el área.

Por situarse la zona cerca de la Panamericana Norte, que sirve de unión con las ciudades de Ibarra, Pimampiro y Tulcán se ha expandido el comercio de sus productos en estas ciudades, especialmente de frutas y verduras.

La cercanía y demanda de caña de azúcar por parte del Ingenio Azucarero del Norte IANCEM ha incrementado estos cultivos a lo largo de esta zona.

4.2. Estado actual del suelo. El estado actual del suelo se resume en (tabla 1)

Tabla 1. Análisis del suelo Antes de la siembra

ELEMENTOS	Ppm	VALOR
N	25,32	Medio
P	150,50	Alto
S	189,78	Alto
K	9925,50	Alto
Ca	2772,00	Alto
Mg	724,14	Alto
Zn	685	Medio
Cu	0,87	Bajo
Fe	3,02	Bajo
Mn	12,12	Medio
B	0,70	Bajo

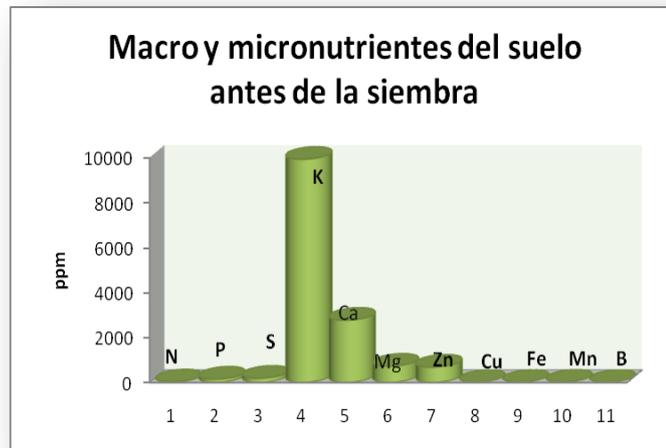


Gráfico 3. Macro y micronutrientes del suelo antes de la siembra. Ambuquí, UTN, 2008

En el análisis inicial del suelo se observa (ver tabla 1) que la cantidad de nutricionales de macronutrientes (N, P y K) es media y alta y los micronutrientes (S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Al, Na, Mo) está en rangos de medio a bajo; el pH es de **8.12** el cual es alcalino. El contenido de materia orgánica que es de **1.88 %**, la conductibilidad eléctrica (Ce) tiene un valor de **8.2 mS/cm** el cual es muy salino que es bajo lo que hace que las características físicas y el contenido nutricional del suelo sea muy pobre en el cual los cultivos no tienen un buen rendimiento.

4.3. Contenido nutricional de los abonos orgánicos

Tabla 2. Contenido nutricional de los abonos orgánicos

TRATAMIENTOS								
MUCUNA			HIGUERILLA			COMPOST		
Elem	ppm	Cal	Elem	Ppm	Cal	Elem	Ppm	Cal
N	17000	A	N	14000	A	N	8000	A
P	1200	A	P	3100	A	P	7100	A
S	5,8	B	S	183	A	S	43,88	A
K	471,9	A	K	2008,5	A	K	2301	A
Ca	2872	A	Ca	5102	A	Ca	2528	A
Mg	556,5	A	Mg	432,5	A	Mg	470,21	A
Zn	5	M	Zn	8,3	A	Zn	7,49	A
Cu	1,7	M	Cu	0,93	B	Cu	1,84	B
Fe	18,7	B	Fe	19,44	B	Fe	69,90	B
Mn	12,2	M	Mn	6,95	M	Mn	10,48	M
B	0,5	B	B	2,23	M	B	1,07	M

SIMBOLOGIA:

- A Alto
- M Medio
- B Bajo

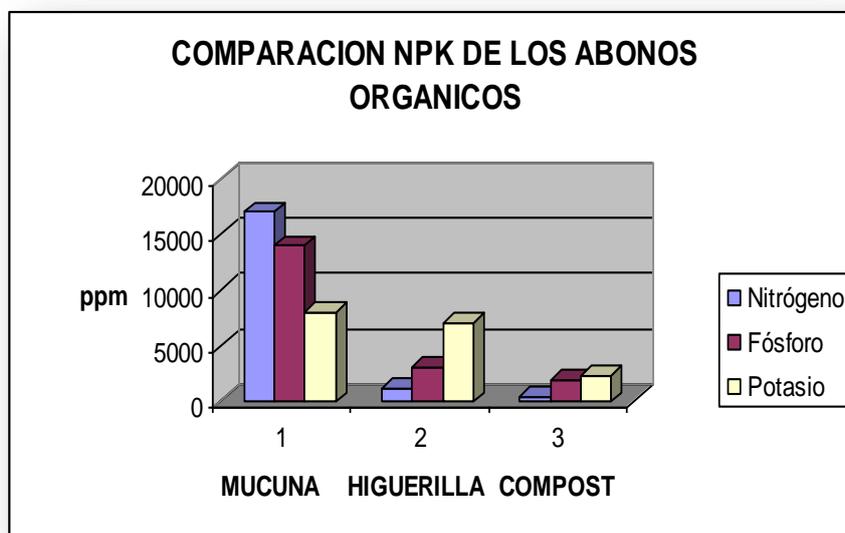


Gráfico 4. Comparación NPK de los abonos orgánicos. Ambuquí, UTN, 2008

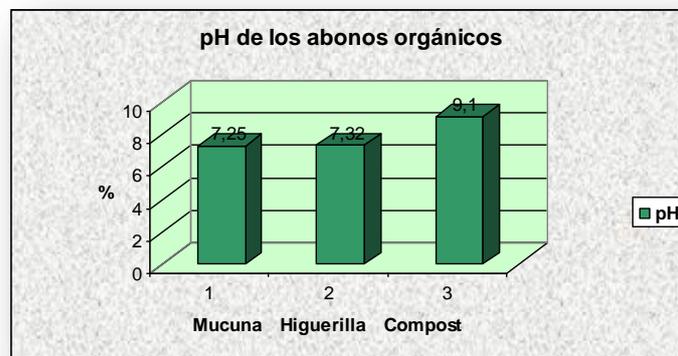
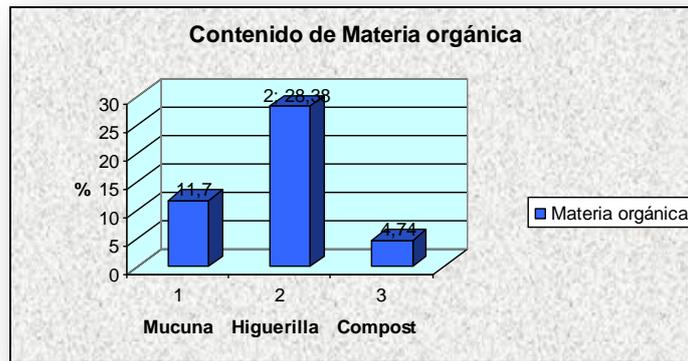


Gráfico 5. Contenido de materia orgánica y pH de los abonos orgánicos, Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ El Abono verde de mucuna aporta al suelo las siguientes cantidades nutricionales (ver tabla 2); en lo referente a N, P y K o macronutrientes los cuales ayudarán a que el cultivo tenga un buen rendimiento están en valores altos y los micronutrientes (S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Al, Na, Mo) ésta en valores de medio a bajo pero cumple con los requerimientos que el cultivo demanda para el normal desarrollo.

El pH es de **7.25** prácticamente neutro, el mismo que ayudará a que el pH inicial del suelo cambie de ligeramente alcalino a prácticamente neutro.

El contenido de materia orgánica es de **11.70 % alto**, contribuirá a que el suelo mejore las características físicas como la estructura, retención del

agua y la humedad en el suelo; y, además elevar el rendimiento del cultivo.

- ✓ El Abono orgánico de la higuera se puede observar (ver tabla 2), la cantidad nutricional que se va incorporar al suelo es alta en lo referente a macronutrientes N, P y K los cuales ayudarán a que el cultivo tenga un buen rendimiento y los micronutrientes (S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Al, Na, Mo) ésta en rangos de medio a bajo pero cumple con los requerimientos que el cultivo demanda.

El pH es de **7.32** prácticamente neutro ayudara a que el pH inicial del suelo cambie de ligeramente alcalino a prácticamente neutro.

El contenido de materia orgánica que es de **23.38 % alto**, el cual contribuirá a que el suelo mejore las características físicas del suelo como estructura, retención del agua y la humedad en el suelo y además elevar el rendimiento del cultivo.

- ✓ El Abono orgánico de compost se puede observar (ver tabla 2) que la cantidad de nutricionales que se va incorporar al suelo es alta en lo referente a macronutrientes N, P y K los cuales ayudarán a que el cultivo tenga un buen rendimiento y los micronutrientes (S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Al, Na, Mo) ésta en rangos de medio a bajo pero cumple con los requerimientos que el cultivo demanda para el desarrollo normal.

El Abono orgánico de compost se puede observar (tabla 2) que la cantidad de nutricional que se va incorporar al suelo es alta en lo referente a macronutrientes N, P y K los cuales ayudarán a que el cultivo tenga un buen rendimiento y los micronutrientes (S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Al, Na, Mo) ésta en rangos de medio a bajo pero cumple con los requerimientos que el cultivo demanda para el desarrollo normal.

El pH es **9.10** alcalino. El contenido de materia orgánica es de **4.74 % medio** que contribuirá a que el suelo corrija las características físicas del suelo como estructura, retención del agua y la humedad en el suelo y además elevar el rendimiento del cultivo.

4.4. Comparación de las propiedades físicas, químicas y biológicas antes y después de la cosecha

Tabla 3. Análisis del suelo antes y después de la siembra

ANÁLISIS DEL SUELO					
ANTES			DESPUES		
Elemento	Ppm	Calif	Elemento	Ppm	Calf
N	25,3	M	N	42	M
P	150,5	A	P	144	A
S	189,8	A	S	21	M
K	9925,5	A	K	390	A
Ca	2772	A	Ca	3040	A
Mg	724,1	A	Mg	546,8	A
Zn	685	M	Zn	4,8	M
Cu	0,9	B	Cu	8,6	A
Fe	3,02	B	Fe	59	A
Mn	12,12	M	Mn	10	M
B	0,70	B	B	1,1	M

Simbología:

A: Alto

M: Medio

B: Bajo

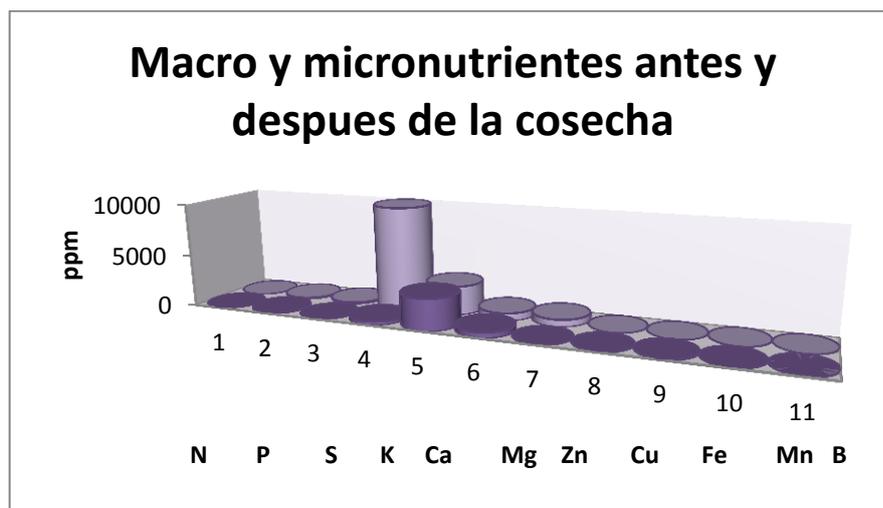


Gráfico 6. Macro y micronutrientes antes y después de la siembra. Ambuquí, UTN, 2008

Se puede observar claramente en el gráfico 6 que los macro y micro nutrientes se incrementan cuantitativamente después de la cosecha, lo cual se debe a la incorporación de los abonos orgánicos al suelo, (Ver gráfico 7) el pH del suelo era de 8,12 siendo este alcalino, y al final se tuvo un pH de 7,20 siendo éste prácticamente neutro. La conductibilidad eléctrica (Ce) al inicio fue de 8,2 siendo muy salino pero al final llegó a 1,39 no salino.

Así también la materia orgánica al inicio el suelo tenía 1,88% y al final el suelo llegó a tener 2,30%; por lo tanto mejora las condiciones de fertilidad gráfico 7.

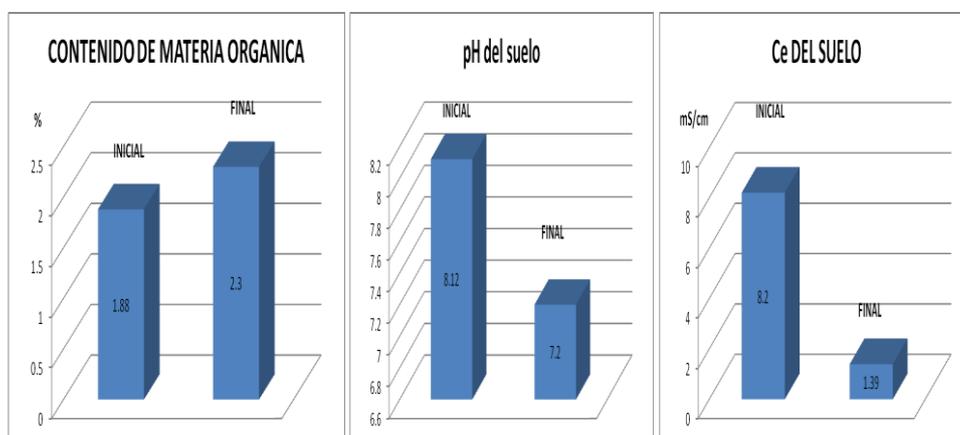


Gráfico 7. Contenido de materia orgánica, pH, Ce. Ambuquí, UTN, 2008

Tabla 4. . Estudio comparativo entre el Análisis Nematológico, Micológico y Bacteriológico del suelo antes de la siembra comparado con el análisis realizado después de la cosecha.

Tipo de Análisis	Análisis del suelo antes de la siembra		Análisis del suelo después de la cosecha.	
	Organismo identificado	Cantidad sp	Organismo identificado	Cantidad sp
Nematológico (Nemátodos)	Meloidogyne sp	0	Meloidogyne sp	0
	Pratylenchus sp	0	Pratylenchus sp	0
	Saprophytos	12	Paragrolaimus sp	580
			Dorilaymus sp	16
			Rhabditis sp.	520
			Otros	1180
		UFC**/g suelo 10 ⁻³		UFC**/g suelo 10 ⁻⁴
Micológico (hongos)	Fusarium sp	7	Cladosporium sp	4
	Mucor sp	2	Fusarium sp	3
			Penicillium sp	1
			Mucor sp	1
			Aspergillus sp	1
		UFC**/g suelo 10 ⁻³		UFC**/g suelo 10 ⁻⁵
Bacteriológico (Bacterias)	Agrobacterium tumefaciens	0	Agrobacterium tumefaciens	0
	Pseudomonas sp	0	Pseudomonas sp	2
	Xanthomonas sp	0	Xanthomonas sp	0
	Erwinia sp	0	Erwinia sp	0

En el tabla 4 se expresan la comparación de los microorganismos en el suelo antes y después de la siembra con la cantidad respectiva, en el primer caso del análisis de Nematodos se concluye que luego de la siembra existe un considerable aumento de poblaciones benéficas para el cultivo y no existieron organismos que parasitan al cultivo maíz – fréjol.

En el análisis micológico de hongos se puede observar que existen patógenos o saprófitos importantes en el suelo como ejemplo la colonia de Fusarium sp que al inicio se tenía 7 colonias pero con la incorporación de los abonos este valor se

redujo a 3 colonias; también se observa que al final de la cosecha existen otros organismos comunes en el suelo.

En el análisis bacteriológico se observa que antes de la siembra no tenía la presencia de ninguna colonia de bacterias y por el contrario se observa que después del cultivo ya existen colonias de bacterias del género *Pseudomonas* que son bacterias que viven en las raíces de leguminosas y sirven para el control biológico de hongos fitopatógenos.

4.4.1. Análisis de los Tratamientos

Tabla 5. Análisis comparativo de los nutrientes de los Tratamientos al final de la cosecha

TRATAMIENTOS											
MUCUNA			HIGUERILLA			COMPOST			TESTIGO		
Elem	ppm	Cal	Elem	Ppm	Cal	Elem	Ppm	Cal	Elem	Ppm	Cal
N	42	M	N	35	M	N	32	M	N	35	M
P	245	A	P	225	A	P	295	A	P	79	A
S	20	M	S	19	M	S	21	M	S	16	M
K	1209	A	K	1014	A	K	1193	A	K	124,8	M
Ca	3560	A	Ca	3440	A	Ca	3660	A	Ca	2520	A
Mg	704,7	A	Mg	2089,8	A	Mg	692,6	A	Mg	425,3	A
Zn	6,7	M	Zn	6,2	M	Zn	7,4	A	Zn	3	M
Cu	7	A	Cu	6,5	A	Cu	6,5	A	Cu	8,1	A
Fe	38	M	Fe	37	M	Fe	43	A	Fe	55	A
Mn	10,2	M	Mn	9,2	M	Mn	11,1	M	Mn	8,6	M
B	1,4	M	B	1,2	M	B	1,1	M	B	0,90	B

SIMBOLOGIA:

- A Alto
- M Medio
- B Bajo

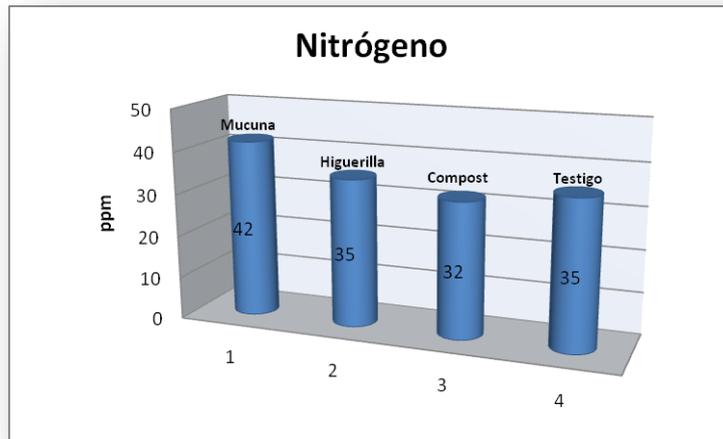


Gráfico 8. Comparación de Nitrógeno en los tratamientos. Ambuquí, UTN, 2008

Como se observa en el gráfico 8, el contenido de nitrógeno cambió del inicio que era 25,32 ppm al final se obtiene en los tratamientos de 35 a 42 ppm, tomando en cuenta que en el testigo no se incorporó ningún tipo de abono pero el cultivo asociado maíz - fréjol también ayudó a incorporar nitrógeno al suelo para el desarrollo del cultivo y la conservación del suelo. Teniendo en cuenta que el nitrógeno es un constituyente básico de las proteínas, ácidos nucleicos, clorofilas entre otras.

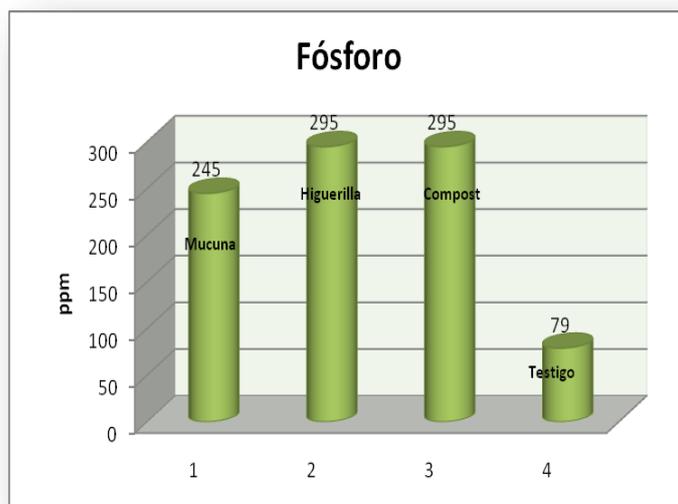


Gráfico 9. Comparación de Fósforo en los tratamientos. Ambuquí, UTN, 2008

Como se observa en el gráfico 9 los valores de fósforo en el análisis de laboratorio van de 245 a 295 ppm al final de la cosecha; teniendo en cuenta que al inicio tenía un valor de 150.5 ppm, con lo que se concluye que el fósforo aumento al incorporar los abonos orgánicos. Lo que permitió que el cultivo tenga un buen desarrollo en los tratamientos.

En el testigo se observa que el valor del fósforo al final de la cosecha disminuye a 79 ppm, lo que demuestra que al incorporar abonos orgánicos al suelo permite que se mantenga o aumente el valor inicial.

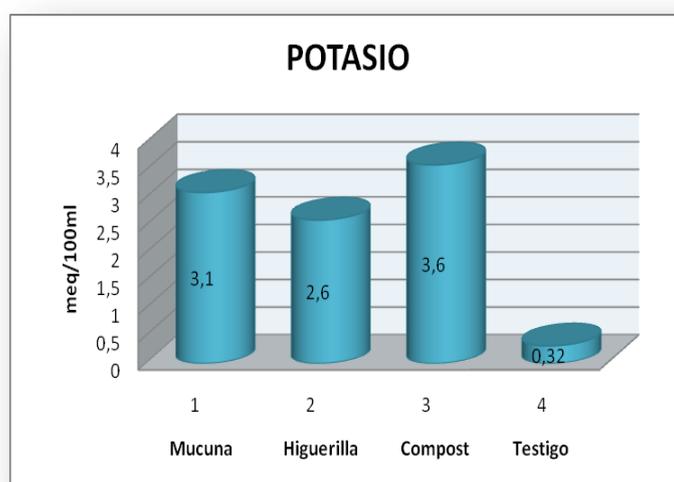


Gráfico 10. Comparación de Potasio en los tratamientos. Ambuquí, UTN, 2008

En el grafico 10 se puede observar que el contenido de potasio se mantuvo en niveles altos tanto al inicio como al final del ensayo en las parcelas que estaban con los abonos orgánicos. Pero se ve unas variaciones ya que las plantas absolvieron el potasio que estaba en el suelo para el desarrollo ya que el potasio permite que se produzcan reacciones enzimáticas, metabolismo y translocación del almidón, absorción del ión NO_3^- , apertura de estomas y síntesis de proteínas.

El potasio acentúa el vigor a las plantas, aporta resistencia a las enfermedades y da fuerza al tallo manteniendo relación con las características relativas al origen de los suelos. En el testigo se observa que el potasio bajo de niveles altos a medio.

Contenido de calcio, magnesio, azufre y micronutrientes:

El contenido de *calcio* (Ca), se mantuvo en niveles altos al igual que el *magnesio* (Mg). Por lo tanto, estarían presentes en el suelo las ventajas inducidas por estos nutrientes ya que el calcio por su parte contribuye al crecimiento de las raíces, ayuda a la absorción de los demás nutrientes y facilita la formación de agregados estables; mientras, el magnesio sirve para la formación de las proteínas e incrementa la resistencia de las plantas, contribuye a la formación de nódulos de las leguminosas. Los dos elementos forman parte del complejo de intercambio catiónico por lo que están en estrecho vínculo con la fertilidad potencial del suelo. El azufre (S), pasó de alto a medio (tabla 5).

Los micronutrientes, como el hierro (Fe), aumento de 3.02 ppm valor al inicio, a valores de 37 a 55 ppm. Al final. Tanto en los tratamientos como en testigo hubo un aumento; el manganeso (Mn), prácticamente aumento los valores en todos los ensayos. El cobre (Cu), permaneció siempre en niveles altos; y, el zinc (Zn) y boro (B), en niveles medios y bajos. Es necesario indicar, que si bien estos nutrientes son necesarios para las plantas sólo en pequeñas cantidades a menudo éstas los requieren.

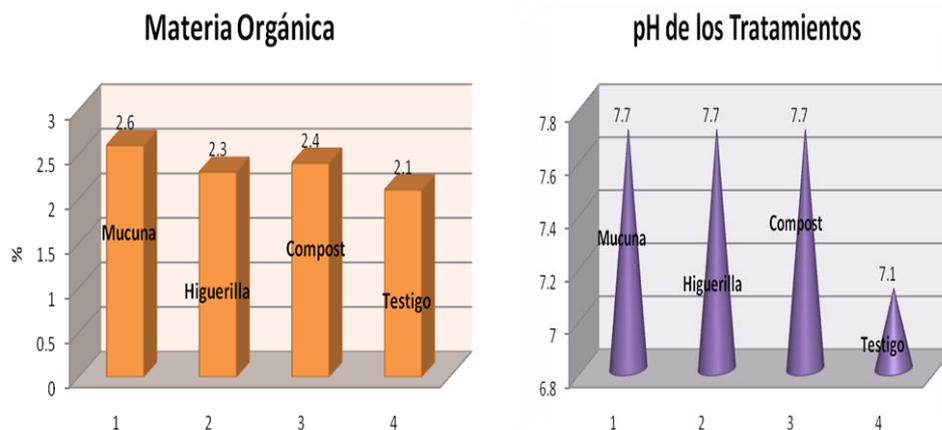


Gráfico 11. Comparación de Materia Orgánica, pH de los tratamientos. Ambuquí, UTN, 2008

Como se puede observar en el gráfico 11, la materia orgánica se encuentra en niveles bajo; aunque hubo un ligero incremento a la muestra inicial con un valor de 1.88 %; y, final se obtuvo valores de 2.1 a 2.6 % lo que quiere decir que hubo un incremento de 0.8 % en suelo final; con ello las características físico-químicas se vieron favorecidas y se mejoró las posibilidades para el crecimiento de las especies ya que la materia orgánica modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

En cuanto al pH como se observa en el gráfico 11 que el pH en los tratamientos son ligeramente alcalinos con un valor de 7.7 y en el testigo presenta un valor de 7.10 que es parcialmente neutro, este valor se dio ya que estas parcelas estuvieron en el inicio del ensayo y con el agua de riego se lavaron las sales existentes y por percolación hizo que el pH bajó. Tomando los datos iniciales del suelo el pH es de 8.12 alcalino si hubo una gran variación al final a ligeramente alcalino.

Como se observa en la tabla 6 se adiciona microfauna debido a la fertilización con distintos tipos de abonos al suelo, existió en muchos casos el incremento de varios organismos y colonias benéficas para el rendimiento de la siembra, teniendo en cuenta que se realizó un monitoreo de enfermedades de las plantas “in situ” y por medio de resultados de laboratorios para finalmente realizar un control biológico adecuado de plagas y enfermedades esto debido a que aparecieron organismos dañinos y parásitos que llegaron a afectar al cultivo y por ende al suelo.

4.5. Rendimiento del cultivo fréjol

Tabla 7. Rendimiento del Cultivo de Fréjol (Kg/parcela)

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Σ Total Kg/parcela	X
Mucuna T1	3,52	3,98	4,43	11,93	3,98
Higuerilla T2	2,96	3,30	3,75	10,01	3,33
Compost T3	2,61	2,50	3,07	8,18	2,73
Testigo T4	1,14	1,02	1,36	3,52	1,17
Σ	10,23	10,80	12,61	33,64	
X	2,56	2,70	3,15		2,80

Tabla 8. Rendimiento del Cultivo de Fréjol (Kg/ha)

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Σ Total Kg/ha	X
Mucuna T1	1173.33	1326.67	1476.67	3976.67	1325.56
Higuerilla T2	986.67	1100.00	1250.00	3336.67	1112.22
Compost T3	870.00	833.33	1023.33	2726.66	908.89
Testigo T4	380.00	340.00	453.33	1173.33	391.11
Σ	3410.00	3600.00	4203.33	11213.33	
X	852.50	900.00	1050.83		934.44

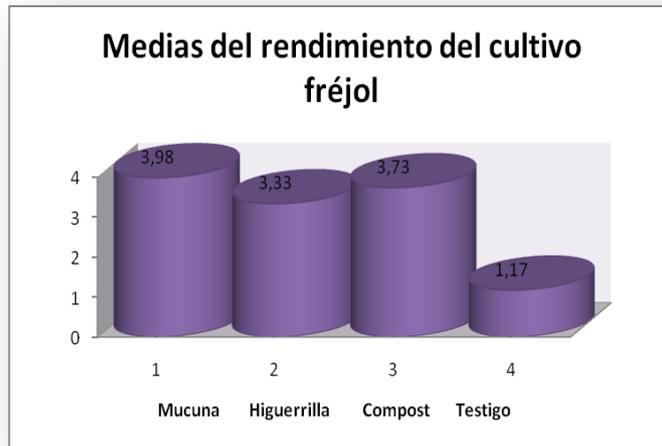


Gráfico 12. Medias del rendimiento del cultivo frejol. Ambuquí, UTN, 2008

Según en la tabla 7 y el gráfico 12; analizando los datos de la media el mejor tratamiento es el abono verde de mucuna, seguido por el de higuerrilla.

El Coeficiente de Variación es de 0,064%.

Tabla 9. Análisis de Varianza del Rendimiento del Fréjol.

F de V.	GL	SC	CM	Fc	F Tabular	
					5%	1%
Total	11	13,95				
Tratamiento	3	12,98	4,32	136,63 ^{xx}	4,76	9,78
Repetición	2	0,78	0,39	11,08 ^{xx}	5,14	10,92
Error Exp.	6	0,19	0,0316			

Altamente significativo

Del Análisis de Varianza de la tabla 9, se observa que es altamente significativo tanto para las repeticiones como para los tratamientos.

Prueba De Tukey.

$$VT = \left(\frac{n}{k} (\alpha T) \right) sx$$

$$VT = \frac{4}{6} 5\% sx$$

$$VT = 4,90 \times 0.3079$$

$$VT = 1.51$$

$$SX = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

$$SX = \sqrt{\frac{0.0136}{3}}$$

$$SX = 0.3079$$

DONDE:

VT Valor Tukey,

sx valor cuadrado medio del error experimental sobre repeticiones

n tratamientos

k grados de libertad

α significación 5%

4.5.1. Rendimiento del cultivo maíz

Tabla 10. Rendimiento del cultivo de Maíz (Kg/parcela)

Tratamiento	Repeticón 1	Repeticón 2	Repeticón 3	Σ Total Kg/parcela	X
Mucuna T1	4,25	5,65	6,85	16,75	5,58
Compost T2	2,80	3,75	4,85	11,40	3,80
Higuerilla T3	2,25	3,50	4,85	10,60	3,53
Testigo T4	1,56	2,25	2,65	6,46	2,15
Σ	10,86	15,15	19,2	45,21	
X	2,72	3,79	4,8		3,77

Tabla 11. Rendimiento del cultivo de Maíz (Kg/ha)

Tratamiento	Repeticón 1	Repeticón 2	Repeticón 3	Σ Total Kg/ha	X
Mucuna T1	1416.67	1883.33	2283.33	5583.33	1861.11
Compost T2	933.33	1250.00	1616.67	3800.00	1266.67
Higuerilla T3	750.00	1166.67	1616.67	3533.34	1177.78
Testigo T4	520.00	750.00	883.33	2153.33	717.78
Σ	3620.00	4450.00	6400.00	14470.00	
X	905.00	1112.50	1600		1205.83

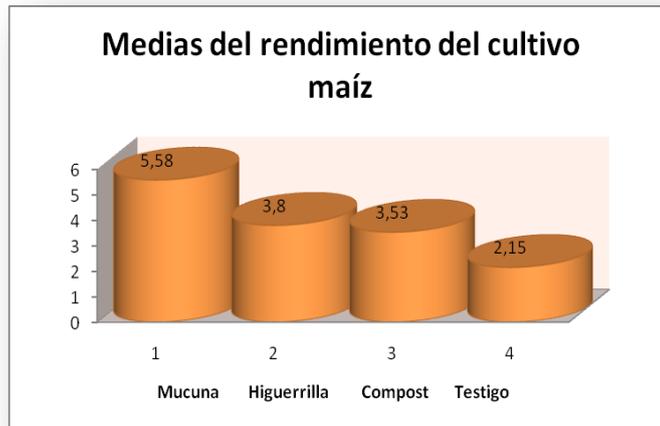


Gráfico 13. Medias del rendimiento del cultivo maíz. Ambuquí, UTN, 2008

Según en la tabla 10 y el gráfico 13; analizando los datos de la media el mejor tratamiento es el de la mucuna, seguido por el de higuerrilla.

El Coeficiente de Variación es de 0,18%.

Tabla 12. Análisis de Varianza del Rendimiento del Maíz

F de V.	GL	SC	CM	Fc	F Tabular	
					5%	1%
Total	11	27,36				
Tratamiento	3	17,87	5,96	2,74 ^{NS}	4,76	9,78
Repetición	2	8,70	2,18	45,24 ^{xx}	5,14	10,92
Error Exp.	6	0,79	0,13			

Del Análisis de Varianza de la tabla 12, se observa que es no significativo en los tratamientos, mientras tanto es altamente significativo en las repeticiones.

Prueba De Tukey.

$$VT = \left(\binom{n}{k} (\alpha T) \right) sx$$

$$VT = \frac{4}{6} 5\% sx$$

$$VT = 4,90 \times 0,2095$$

$$VT = 1,026$$

$$SX = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

$$SX = \sqrt{\frac{0,0136}{3}}$$

$$SX = 0,2095$$

DONDE:

VT	Valor Tukey
n	tratamientos
k	grados de libertad
α	significación 5%
sx	valor cuadrado medio del error experimental sobre repeticiones

4.6. Empoderamiento social.

El empoderamiento social y la capacitación tuvo mucha importancia durante el proceso de la fase de investigación, ya que es un proyecto que beneficia directamente a los agricultores que sirve como una alternativa agroecológica. La misma que tiene un gran énfasis en la aplicación de abonos orgánicos para la conservación del suelo y de los recursos naturales, obteniendo así los siguientes resultados.

- ✓ La difusión a través de la radio se realizó mediante una charla describiendo la importancia de los abonos orgánicos, la clasificación de los abonos, como se elaboran los abonos estudiados en la propuesta, las ventajas y los impactos positivos que tienen éstos hacia el medio ambiente y los rendimientos que se obtuvieron.
- ✓ La capacitación se realizó a través de una conferencia a 40 agricultores los cuales manifestaron que los abonos orgánicos estudiados en esta investigación se estaban aplicando dan muy buenos resultados en lo que respecta al rendimiento y también en la conservación del suelo; ya que normalmente los suelos luego de una cosecha se puede considerar que para la siguiente cosecha el rendimiento es más bajo y que el suelo no cuenta con el contenido nutricional que los cultivos requieren; además que los abonos orgánicos son de muy fácil elaboración y que las materias primas que se necesitan se las consiguen con facilidad en la zona.



Fotografía 16. Conferencia a los agricultores sobre los abonos orgánicos, Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ También se realizó una encuesta a los agricultores para determinar cuál de los abonos orgánicos les pareció el mejor y cuál de ellos aplicarían en sus fincas, qué productos ellos siembran en sus fincas y qué tipo de fréjol ellos siembran. En la cual se obtuvo los siguientes resultados:

- ✓ De los 40 agricultores un 60% le pareció mejor abono orgánico el abono verde de mucuna ya que en el cultivo se obtuvo mayor rendimiento, un 30% el abono de la higuera ya que en la zona se la encuentra en grandes cantidades y un 10% el compost ya que es un abono que mas difundido y que se aplica con más frecuencia.



Gráfico 14. Resultados de la encuesta. Ambuquí, UTN, 2008

- ✓ La mayoría de los agricultores siembran en cuanto a cultivos de ciclo corto tomate riñón, fréjol de diferentes variedades, pimiento, ají, vainita, morochillo o maíz duro, suquini , yuca, camote, pepino, pepinillo; verduras como lechuga, col, acelga, brócoli, coliflor, nabo, espinaca, cilantro, perejil y cultivos perennes como caña de azúcar, ovos, mango, aguacate, fréjol guandul y otros.
- ✓ La variedad de fréjol que ellos siembran con mayor frecuencia es el calima negro o rojo, el fréjol margarita o paragachi y el fréjol negro.
- ✓ Se realizó un recorrido de campo; a parcelas de agricultores que han tenido experiencias con la incorporación del mucuna como abono verde en cultivos de mango.

CAPITULO V

5. PROPUESTA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGANICOS ELABORADOS CON MATERIAS PRIMAS VEGETALES EN LA PLAYA DE AMBUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA

5.1. PROBLEMA

Actualmente, la zona Ambuquí no cuenta con una Propuesta o un Plan de Manejo del suelo con fines de mejorar su fertilidad a través de la incorporación de abonos orgánicos elaborados con materias primas que existen en la zona, que permita realizar un aprovechamiento sustentable de este recurso en el área. Dicho plan debería formularse acorde a las características biofísicas de la zona y expectativas de la gente y productores agrícolas que habita en dicho lugar que buscan lograr una mejor calidad de vida, a través de la ejecución de proyectos productivos encaminados a un desarrollo sostenible de la zona.

5.2. JUSTIFICACIÓN

La elaboración de una propuesta para el manejo del suelo con la finalidad de optimizar su fertilidad mediante la aplicación de abonos orgánicos que permitan a

los agricultores el mejoramiento de sus tierras en sus fincas ya que al ser cultivados sufren la pérdida de nutrientes del suelo, por esta razón se debe implementar técnicas de manejo y conservación de los suelos así como la incorporación de abonos orgánicos para mantener niveles medios a altos de materia orgánica (mayor al 4%); con la finalidad de mejorar la estructura del suelo que permita retener un mayor volumen de agua, condiciones edáficas que conducen a obtener mayores rendimientos productivos en los cultivos y plantaciones, visibilizados en los tratamientos de la investigación (Cultivos asociados de maíz y fréjol).

Generar el interés colectivo e institucional de entidades estatales y ONGs, que trabajan en el área de estudio y en especial en la implementación de proyectos productivos con un enfoque agro ecológico y busque lograr la seguridad y soberanía alimentaria en la región y el País, para lo cual la información compilada en el presente estudio aportara en la ratificación de las ventajas de la utilización de abonos orgánicos en la agricultura tradicional en sus diferentes etapas del ciclo de los cultivos y la oferta final de los productos de buena calidad para su comercialización y consumo familiar.

5.3. OBJETIVOS

5.3.1. Objetivo General

- ✓ Posibilitar un mejor manejo del suelo agrícola mediante la aplicación de los resultados de la investigación en la región del Valle del Chota y su replicación en otras regiones del país donde se cultivan las variedades de fréjol y maíz de manera asociada, acción que permita validar y sustentar la información generada en el área de estudio.

5.3.2. Objetivo Específico

- ✓ Promover la capacitación y utilización de los diferentes abonos orgánicos aplicados en la presente investigación a los agricultores de zona así como a organizaciones de la región: la Asociación de Comités de Investigación Agrícola Local “CIALs” de la Cuenca de los Ríos Chota y Mira; instituciones nacionales e internacionales, proyectos de Desarrollo Local Territorial: INIAP, Fundación PRODECI, Fundación AGRECO, PRODER, CESA, FEPP, MIES, Ministerio de Coordinación y Desarrollo Social, MAGAP; actores que garanticen la utilidad del presente estudio y la definición de impactos de sociales, ambientales y económicos en la región y el país.

5.4. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN, VALIDACIÓN Y REPLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Apoyados de las experiencias institucionales citadas anteriormente quienes han encaminado procesos de capacitación e implementación de proyectos productivos e investigación participativa planteamos la aplicación Metodología de los Comités de Investigación Agrícola Local CIALs, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) desarrollada en los años 2003, 2004 y 2005 y retomada por varias entidades en la región del Valle del Chota.

Los CIALs surgen con la necesidad de satisfacer necesidades de comunidades agrícolas con escasos recursos cuyo acceso limitado a los servicios agrícolas (asistencia técnica y crédito) y extensión limitada para la introducción y/o generación de nuevas tecnologías (fertilizantes, plaguicidas, variedades, maquinaria, etc) El CIAL es un medio que permite acelerar la difusión de tecnologías e investigaciones disponibles, es una plataforma social que permite evaluar, adaptar y difundir nuevas tecnologías e investigaciones, por otro lado, los CIALs han posibilitado una capacidad social e institucional sostenible mediante la

participación activa de los agricultores en la investigación permitiendo que la comunidad aplique, valide e incorpore innovaciones en los modos y sistemas de producción campesina.

Desde el año 2002 el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG - GA) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), incorpora en su metodología de trabajo el proceso de los CIALs como un mecanismo social participativo para promover el Fitomejoramiento de variedades de fréjol, *Phaseolus vulgaris*, arveja, lenteja, haba, y granos andinos como chocho, quinua y amaranto, su énfasis en seguridad y soberanía alimentaría priorizando las comunidades de las provincias de Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Bolívar y Chimborazo.

La cuenca de los valles de los ríos Chota y Mira por su situación socio económica de pobreza, desnutrición infantil, condiciones productivas negativas con suelos con baja fertilidad bajos contenidos de fósforo, zinc y materia orgánica y su importancia en el abastecimiento de fréjol para la alimentación diaria de las familias campesinas y urbano marginales en la región norte del Ecuador.

La aplicación metodológica de los CIALs en la “Cuenca del río Mira” (Esquema fotográfico de la metodología CIAL) ha permitido evaluar dos ciclos de investigación, en 34 líneas promisorias y variedades de fréjol arbustivo de grano rojo moteado, provenientes del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) investigación desarrollada en los años 2003, 2004 y 2005

Esquema fotográfico de la metodología CIAL



Fuente: PRONALEG-GA INIAP Los Comités de Investigación agrícola Local en los Valles de los ríos Chota y Mira, avances y retos agosto 2008

5.5. METODOLOGÍA CIAL Y SU APLICACIÓN EN LA PROPUESTA

ETAPA CIAL	Resultado	Actividades	Programación	Organismo de apoyo
Motivación	Los agricultores incentivados a participar activamente en el desarrollo del proceso de aplicación de los tipos de abonos utilizados en la investigación en sus fincas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Difusión de los resultados de la investigación en Asambleas generales con organizaciones de productores agrícolas. 2. Establecer acuerdos con las organizaciones agricultores e instituciones que laboran en el Valle del Chota y la región norte del País. 	<p>Septiembre 2009</p> <p>Septiembre 2009</p>	<p>Fundación PRODECI MAGAP, INCA</p> <p>Tesistas, y entidades de apoyo local F. PRODECI.</p>
Elección del CIAL	Se constituye los Comités de Investigación para varias comunidades y sectores	1. Invitación y constitución de las directivas de los CIALs. Comités.	Septiembre 2009	Tesistas y Fundación PRODECI
Diagnostico rural participativo	Los agricultores identifican las características de los suelos en sus fincas para aplicar los tipos de abonos; definen las variedades y los cultivos a aplicar los abonos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muestreo del suelo para los análisis físico químicos y biológicos. 2. Planificación y distribución de los cultivos a aplicarse los tipos de abonos. 	<p>Octubre 2009</p> <p>Octubre 2009</p>	Tesistas con apoyo de Fundación PRODECI MAGAP, INIAP
Planificación y Ejecución del ensayo	Los agricultores de los CIALs elaboran, asocian las sus prácticas agronómicas y aplican los abonos orgánicos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitar a la agricultores en la elaboración y uso de los abonos. 2. Elaborar un cronograma de aplicación de los abonos y dosificaciones. 	Noviembre 2009	Tesistas, y entidades de apoyo local F. PRODECI.

Evaluación de los ensayos	Los agricultores y entidades de apoyo valoran los resultados obtenidos.	1. Comparar los resultados de las producción anterior y con la aplicación de los abonos.	Marzo 2010	Tesistas, y entidades de apoyo local.
Análisis de los resultados	Los agricultores de los CIALs, analizan las ventajas y desventajas del uso de los tipos de abonos aplicados	1. Realización de taller de intercambio de experiencias entre los CIALs, a fin de determinar las ventajas y desventajas visualizadas en aplicación de los abonos orgánicos	Marzo 2010	Tesistas, y entidades de apoyo local.
Difusión de los resultados a la comunidad	Los agricultores internalizan las ventajas del uso de los abonos orgánicos en sus fincas y comparten con otros productores de la región.	1. Difusión de resultados de los productores a través de talleres, material impreso, visitas de campo a las fincas de los CIALs	Marzo 2010	Tesistas, y entidades de apoyo local.

5.6. SÍNTESIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Nombre de la propuesta:	Propuesta para el manejo sustentable del suelo mediante el uso de abonos orgánicos elaborados con materias primas vegetales en la playa de Ambuquí, provincia de Imbabura		
Duración del proyecto: (meses) 6 MESES	ETAPA: Validación de la Investigación por la Comunidad y otras regiones del país		
Ubicación:	Provincia (s):	Imbabura y otras regiones	
	Cantón(es):	Ibarra y otras regiones de interes.	
Organización (es) participantes (s):	Comités de Investigación Agrícola Local (CIALs) de las comunidades del Valle del Río Chota y otras regiones de interes.		
Entidades ejecutoras:	Fundación PRODECI.		
Presupuesto del proyecto:	Aporte de PRODER y F. PRODECI:	US\$ 6.498,00	
	Participantes (as):	US\$ 700,00	
	Total:	US\$ 7.198,00	
Coordinación Interinstitucional ***:	Asociación de CIALs de los Valles del Río Chota y Cuenca del Río Mira, Fundación Pro Derechos Ciudadanos "PRODECI".		

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

- ✓ Los suelos del área donde se realizó el estudio presentan serias limitaciones para el desarrollo de los cultivos, ya que se han formado a partir de areniscas por lo cual son de textura arenoso franco, con más del 75% de arena; y, sin una buena estructura lo cual favorece que el agua drene e infiltre fácilmente.

- ✓ La flora y fauna de la zona guarda correspondencia con la zona de vida: monte espinoso premontano (be-PM), siendo el espino, (*Acacia macracantha*) las especies más representativas de flora y la más representativa en fauna es la tórtola (*Zeneida auriculata*).

- ✓ Los abonos orgánicos de mucuna, higuierilla y compost, resultaron tener altos contenidos de Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, nutrientes esenciales para la planta lo que favorece el intercambio catiónico y la formación de agregados más estables.

- ✓ Con el empleo de abonos orgánicos se propicia la disponibilidad de nutrientes en el suelo por cuanto disminuyeron los valores de conductividad eléctrica, limitante del rendimiento de los cultivos, a niveles no salinos y concomitantemente del pH que pasó de 8.2 a 7.2 (casi neutro).

- ✓ El efecto de los abonos orgánicos en el cultivo asociado maíz-fréjol se manifiesta por la mejor calidad y productividad que se obtiene en el rendimiento

de fréjol y de maíz. Se cosecharon 33.64kg/parcelas de fréjol; y, 45.21Kg/parcelas de maíz, obteniendo así un mejor rendimiento en el cultivo asociado que la modalidad de monocultivo.

✓ En el rendimiento del cultivo asociado fréjol y maíz, la mayor producción fue el tratamiento T1 (Mucuna) con un promedio de 3,98kg/30m², le siguió el tratamiento T2 (Higuerilla) con un promedio de 3,33kg/30m², luego el tratamiento T3 (compost) con un promedio de 2,73Kg/30m². El último lugar es el testigo absoluto T4 con un rendimiento de 1,17kg/30m². por consiguiente los tratamientos con los Abonos Orgánicos tuvieron un rendimiento superior al testigo Absoluto.

✓ Al adicionar los abonos orgánicos al suelo las poblaciones de bacterias, hongos y nematodos benéficos aumentaron; y a la vez las poblaciones de hongos que son dañinos para el cultivo como es el caso de *Fusarium sp* disminuyeron ya que antes del cultivo se tenía siete poblaciones y al final bajaron a tres.

✓ En la capacitación y difusión de los resultados a los agricultores de la zona con el apoyo de la Fundación Agro-ecológica “AGRECO” se obtuvo grandes logros ya que los agricultores reconocieron la importancia y ventajas que tienen los abonos orgánicos en el suelo; y, mostraron gran interés por usar el abono de mucuna en sus cultivos.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar una investigación relacionada con la utilización de abono orgánico elaborados de la mezcla de higuierilla y mucuna; y que este sea un abono verde con las condiciones en el que las dos especies lleguen al estado de floración; para determinar la eficiencia que tiene en un cultivo y en la conservación de suelo.

- ✓ Para la siembra de la mucuna es necesario que se la someta a un proceso de remojo por doce horas, para que el tiempo de germinación sea más corto; ya que normalmente germina a los 13 a 15 días de siembra; mientras que remojado germina a los 10 días de sembrado.

- ✓ Que se elabore un abono de higuierilla que además contenga ingredientes como estiércoles, residuos de cosechas, residuos de cocina, melaza y otros; para tener mayor información en este sector ya que la higuierilla se la encuentra en grandes cantidades.

- ✓ En ésta investigación solamente se utilizó las hojas de la higuierilla para la elaboración del abono por lo que se recomienda para otra investigación se utilice toda la planta para comparar la eficiencia del abono en el rendimiento de los cultivos y en la conservación del suelo.

- ✓ Para la siembra de fréjol y maíz en asociación recomendamos que a las semillas se las distribuya en el surco dos golpes de fréjol y un golpe de maíz; ya

que si se la siembra en el mismo número de golpes de siembra las plantas no llegan a un desarrollo óptimo.

CAPITULO VIII

8. RESUMEN

“PROPUESTA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS ELABORADOS CON MATERIAS PRIMAS VEGETALES EN LA PLAYA DE AMBUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA”

La investigación se realizó en la Playa de Ambuquí provincia de Imbabura ubicada a 1880 msnm, con una temperatura promedio anual de 19.4 °C, una precipitación de 303,4 mm/año y una zona de vida de monte espinoso Pre Montano (me PM).

En la siguiente investigación se planteo los siguientes objetivos:

- Levantar información básica del área donde se realizó el estudio
- Establecer el estado actual de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Determinar el contenido nutricional de los tres tipos de abonos orgánicos.
- Establecer el efecto de los abonos orgánicos en los rendimientos del cultivo asociado maíz-fréjol.
- Comparar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: antes y al final de la cosecha.

- Capacitar y difundir los resultados a los agricultores de la zona con el apoyo de la Fundación Agro-ecológica “AGRECO”.

El proceso de investigación comprendió las siguientes fases: Elaboración de los abonos orgánicos, recolección de una muestra de suelo antes de la incorporación de los abonos y la siembra del cultivo asociado (fréjol-maíz), delimitación de los bloques de ensayo, siembra de la mucuna (abono verde), incorporación de los abonos, siembra del cultivo asociado fréjol – maíz, realización de labores culturales según el requerimiento del cultivo, cosecha del cultivo, pesar en kilos el rendimiento de cada uno de los tratamientos (parcela neta), recolección de la muestra suelo luego de la siembra; una muestra por tratamiento, difundir los resultados; y, presentar un informe final.

Se implementó el diseño de Bloques Completo al Azar con la Prueba de Tukey al 5% en uso de la tierra de la Playa de Ambuquí existen algunas limitaciones ya que son suelos poco profundos, contenido de materia orgánica es bajo, pH alcalinos.

Se instaló cuatro bloques, los cuales constaban de cuatro tratamientos y tres repeticiones, donde se aplicaron los abonos orgánicos: abono verde de mucuna, abono de higuierilla, compost y el testigo.

La variable evaluada el cultivo es: variación de propiedades físico – químicas y biológicas del suelo; y, el rendimiento en kilogramos de los cultivos.

Se incorporó al suelo los abonos de higuierilla y compost, según el requerimiento de macro y micro nutrientes que el cultivo requiera.

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

La cosecha se realizó cuando el cultivo llegó a su estado de madurez comercial a los 130 días el fréjol y el maíz 160 días.

El rendimiento se evaluó de la parcela neta cosechada obteniéndose así el rendimiento en Kilogramos / parcela neta.

Los resultados más importantes fueron:

- ✓ En el rendimiento del cultivo asociado fréjol y maíz, la mayor producción fue el tratamiento T1 (Mucuna) con un promedio de 3,98kg/30m². Por consiguiente los tratamientos con los Abonos Orgánicos tuvieron un rendimiento superior al testigo Absoluto.
- ✓ Se corrigió las características físicas, químicas y biológicas, el pH, la conductibilidad eléctrica y el contenido de materia orgánica del suelo al final de cosecha con la incorporación de los abonos orgánicos.
- ✓ También se hizo tomar conciencia a los agricultores sobre la importancia de los abonos orgánicos para sus cultivos obteniendo así productos de mejor calidad y en mayor cantidad.

SUMMARY

“PROPOSITION FOR THE SUSTAINABLE SOIL TREATMENT BY MEANS OF THE USE OF THREE ORGANIC FERTILIZERS ELABORATED WITH PLANT RAW MATERIAL IN LA PLAYA DE AMBUQUÍ, IMBABURA PROVINCE”

The research was carried out in La Playa de Ambuquí, Imbabura province located at 1880 m a. s.l. with an average yearly temperature of 19.4°C, 303,4 mm precipitations per year and in a life zone of pre-mountainous thorny bush-forest. (mePM)

In the following research, the following objectives were posed:

- ✓ To obtain basic information on the area where the study has been carried out.
- ✓ To establish the present status of the physical, chemical and biological properties of the soil.
- ✓ To determine the nutritional contents of the three kinds of organic fertilizers.
- ✓ To establish the effect of the organic fertilizers on the yields of the associated crops corn – beans.
- ✓ To compare the physical, chemical and biological properties of the soil: before and AFTER finishing the harvest.
- ✓ To train the farmers in the area and inform them about the results with the support of the agro-ecological foundation “AGRECO”.

The research process consisted in the following steps: The elaboration of the organic fertilizers, the recollection of a soil sample before including the fertilizers and the sowing of the associated crop (corn-beans), the delimitation of the test blocks, sowing mucuna (green fertilizer), including the fertilizers, sowing the associated crop beans-corn, carrying out the works on the crops according to the requirements of the crop, harvesting the crop, weighing in kilos the production of each of the treatments, the recollection of the soil sample after the sowing; one sample per treatment, to inform about the results; and one final report.

The Complete at Random Block Design was used with the Tukey proof at 5% in the studied variable.

Four blocks were established which consisted in four treatments and three repetitions where the organic fertilizers were used: green fertilizer of mucuna, fertilizer with higuerilla, compost and the sample without treatment.

The evaluated variable of the crop is: variation of the physical – chemical and biological properties of the soil; and yield in the weight of the crops.

Then, the fertilizers were included to the soil (the fertilizer of higuerilla and compost in doses) according to the requirements of macro and micro nutrients of the soil.

The harvest was carried out when the crop came to its commercial ripeness, the beans after 130 days and the corn after 160 days.

The yield was evaluated of the harvested net plots so obtaining the yield in kilos/net plot.

The most important results were:

- ✓ In the yield of the associated crop beans and corn, the highest production had treatment T1 (Mucuna) with an average of 3,98 kg/30 m². In consequence, the treatments with the organic fertilizers had a higher yield compared to the absolute sample without treatment.
- ✓ Also, the farmers were made aware about the importance of organic fertilizers for their crops so obtaining products with higher quality and higher quantity.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ARLEDGE, Jerome. Et al. Manual Técnico de Conservación de los Suelos.
- ✓ Ministerio de Agricultura. Programa Nacional de Conservación de los Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas.
- ✓ BERNAL, G. et al. s/f. INIAP – COMMINADES. Compost.
- ✓ BEJARANO, B., Méndez, H. 2004. Fertilización orgánicos comparada con la fertilización química en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), para minimizar el efecto de degradación del suelo, Tesis Ing, Recursos Naturales, Ibarra – Ecuador UTN.
- ✓ BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA. 1997. Suelo, abonos y material orgánica, los frutales, defensa de las plantas cultivadas, técnicas agrícolas en los cultivos extensivos, Horticultura, Cultivos en invernaderos, Barcelona, España, IDEA BOOK.
- ✓ CAAM. 1996. Plan Ambiental ecuatoriano de políticas y estrategias, Quito – Ecuador.
- ✓ CAMPOS, et,al. 1998. Abonos orgánicos.

- ✓ DE NONI, G. y TRUJILLO, G. 1986. La erosión actual y Potencial en Ecuador, localización, manifestaciones y causas. La erosión en el Ecuador; documentos de investigación. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica. Edición N° 6.
- ✓ Ecología y Agricultura en la región Andina (s/f), Abonos Orgánicos. Cap 4Y plagas, malezas y enfermedades Cap.8
- ✓ FAO. 1997. Memoria del programa especial para la seguridad alimentaria a desarrollarse en AMBUQUI – IMBABURA y PORTOVIEJO – MANABI (PESA). Quito – Ecuador, Octubre.
- ✓ FELIX, D. 2006. Producción de compost utilizando diferentes mezclas de materiales orgánicos y su efecto en el cultivo de brócoli, Tesis Ing. Agronomo, Ibarra – Ecuador. UTN.
- ✓ HOLDRIDGE, L. 1991 Ecología basada en zonas de vida, san José – costa Rica. IICA – CCT.
- ✓ MAG - PRONAREG. 1984. Mapa Geológico. Hoja de Ibarra; escala 1:200000.
- ✓ FLORES. A. 1999. Diagnóstico ambiental y Propuesta de Manejo de la Microcuenca Quebrada de Ambuquí – Cochapamba, Tesis Ing. Recursos Naturales. Ibarra – Ecuador. UTN.
- ✓ HERNANDEZ, T 1999. La revolución verde indoandina. Quito – Ecuador. Ed. TH.
- ✓ IICA. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare, Costa Rica.
- ✓ INAMHI. 1978. Anuario meteorológico. Quito – Ecuador, N° 18.
- ✓ INAMHI. 2005. Anuario meteorológico. Quito – Ecuador, N° 45.
- ✓ INEC. MAG. SICA (2002) III Censo Nacional Agropecuario, Resultados Nacionales y Provinciales. Volumen I Quito (Ec).

- ✓ INFOFOS. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de suelos, nitrógeno, Quito.
- ✓ INERHI. 1981. Proyecto Ambuquí Alto, Estudio Preliminar Ibarra – Imbabura.
- ✓ Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1999.
- ✓ Informe Anual 1998. Programa Nacional de leguminosas y Granos Andinos (PRONALEGGA) – Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- ✓ LÉPIZ, R., PERALTA, E., MINCHALA, L. Y JIMÉNEZ, R. (1995) Diagnostico agro socioeconómico del cultivo de fréjol en la Sierra ecuatoriana.
- ✓ LOPEZ, M., FERNANDEZ, F. y SCHOONHOVEN, A (1985) Fréjol: investigación y producción CIAT, PN UD.
- ✓ LUZURIAGA C., El suelo y la fertilidad orgánica, Quito pp. (2000)
- ✓ NUÑUEZ, 1992. Citados por PIÑA., 50 Tecnologías Campesinas de Chile. N°2
- ✓ Santiago de Chile 1992 – 2002.
- ✓ PRONALEG – GA INIAP., Los Comites de Investigación Agrícola Local, en los
- ✓ Valles de los Ríos Chota y Mira, Avances y Retos. Agosto 2008
- ✓ ROGER J. M. 1982. El suelo vivo “Manual Práctico de Agricultura Natural” Tocane – Francia
- ✓ SALCEDO. 1994. et al. Abonos Orgánicos vs. Fertilizantes Químicos, Desde El Surco, Quito.
- ✓ SEYMOUR. J., 1981. La Vida en el Campo. Barcelona.
- ✓ SUQUILANDA. M. 1996. Agricultura Orgánica Alternativa Tecnológica del Futuro. Quito – Ecuador.
- ✓ TOLEDO, V. 1991. Educación e Investigación, Lima – Perú.
- ✓ VALLEJO. C. 1995. Alternativas de Manejo y Conservación de la Cuenca Lacustre de Yaguarcocha. FICAYA.

- ✓ Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sostenible, 2002; Desarrollo Sustentable.
- ✓ Citado en : Cumbre de Johannesburgo, Gliessman ([http://WWW.cinu.Org.mx/eventos/conferencias/Johannesburgo/documentos/agenda 21/](http://WWW.cinu.Org.mx/eventos/conferencias/Johannesburgo/documentos/agenda%20Programa%20macap%2010.htm)
- ✓ Programa macap 10 htm)
- ✓ WWW. Castorsa.com, 2003
- ✓ WWW 1. Ceit. Es/asignaturas/ecología.
- ✓ WWW. Ecoeduca. Cl/pageset/preguntas_respuestas/residuos.html.
- ✓ WWW. (<http://tierra.redirio.es/hidrored/basededatos/docu.html>)