UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO Y EL ÍNDICE EQUIVALENTE DE TIERRA EN EL ASOCIO DE MAÍZ Y FRIJOL CON MANEJO ORGÁNICO EN SAN JUAN DE INTIBUCÁ, HONDURAS

POR:

JOSUE MOISÉS GÓMEZ MACHADO

TESIS

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO Y EL ÍNDICE EQUIVALENTE DE TIERRA EN EL ASOCIO DE MAÍZ Y FRIJOL CON MANEJO ORGÁNICO EN SAN JUAN DE INTIBUCÁ, HONDURAS

POR:

Josué Moisés Gómez machado

Asesor principal

M.Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE AGUILAR

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en la Sala de Información Geográfica de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE AGUILAR, M Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS** y el **M Sc. OSCAR IVAN FERREIRA CATRILEO,** miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **JOSUÉ MOISÉS GOMEZ MACHADO,** del IV Año de la carrera de Recursos Naturales y Ambiente, presentó su informe.

"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO Y EL ÍNDICE EQUIVALENTE DE TIERRA EN EL ASOCIO DE MAÍZ Y FRIJOL CON MANEJO ORGÁNICO EN SAN JUAN DE INTIBUCÁ, HONDURAS"

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los nueve días del mes de mayo del año dos mil dieciocho.

M Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE AGUILAR
ASESOR PRINCIPAL

M Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS
ASESOR AUXILIAR

M Sc. OSCAR IVAN FERREIRA CATRILEO
ASESOR AUXILIAR

DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso por iluminar mi camino en el tiempo que estuve en la institución y por permitirme lograr este sueño.

De manera muy especial a mis padres **Ángel Isauro Gómez Díaz** y **Marta Irene Gómez Machado** por haberme brindado todo el apoyo necesario para la culminación de mi carrera.

A mis hermanos y hermanas que siempre han estado con migo en toda circunstancia, sin importarles otra cosa que no sea demostrarme su cariño infinito.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por darme las fuerzas, la sabiduría, paciencia, amor y la voluntad necesaria para poder culminar un sueño profesional.

A mis padres **Ángel Isauro Gómez Días** y **Marta Irene Gómez Machado** por ayudarme a dar los primeros pasos en el camino de la educación formal, sus consejos y palabras de aliento fueron alimento para formar mis ideales.

Especialmente a mi querido hermano **Jorge Edgardo Gómez Machado** que en paz descanse, por quien dedico todo mi esfuerzo y lucho día a día para ser quien en verdad soy. También a mis queridos hermanos y hermanas por todo el aporte para la culminación de mis estudios.

A mis maestros de la Universidad Nacional de Agricultura por sus sabias orientaciones y por el trato muy especial que recibí de ellos.

Al **M.Sc. Josué David Matute Aguilar:** Por la paciencia, educación y voluntad en el asesoramiento de este trabajo.

A la **M.Sc. Wendy Leonela Castellón** y al **M.Sc. Oscar Ferreira Catrileo**: Porque sus orientaciones fueron muy importantes en el enriquecimiento de este trabajo.

A todos mis queridos compañeros amigos de la sección A y sección B por compartir momentos inolvidables, siempre los recordare.

INDICE

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

LISTA DE CUADROS vi

LISTA DE FIGURAS viii

LISTA DE ANEXOS ix

RESUMEN x

I. INTRODUCCIÓN 1

I. OBJETIVOS 3

2.1. Objetivo General 3

2.2 Objetivos Específicos 3

II. REVISIÓN DE LITERATURA 4

3.1. Agricultura industrial y seguridad alimentaria 4

3.1.1. Estado actual de la seguridad alimentaria en Honduras 5

3.2. Problemática de la agricultura convencional 7

3.3. Agroecología y agricultura familiar 8

3.4. Componentes sobre el tema de producción en milpa 10

3.5. Importancia de la agricultura orgánica 11

3.6 Abonos orgánicos en la agricultura 12

3.6.2. Abono fermentado tipo bocashi 13

3.6.3. Lombricompost 15

3.6.4. La gallinaza 16
III. MATERIALES Y METODOS 17
4.1. Descripción del sitio donde se llevó acabo el experimento. 17
4.2. Materiales 18
4.3. Equipo 18
4.4. Índice equivalente de tierra 19
4.5. Diseño experimental 19
4.5.1. Modelo matemático 19
4.5.2. Tratamientos utilizados en el área experimental 20
4.6. Actividades realizadas en la instalación y manejo de las parcelas experimentales 20
4.7.1. Evaluación las propiedades físicas del suelo 23
4.7.2. Textura 23
4.7.3. Identificación de color de suelo 24
4.7.4. Densidad aparente 25
4.7.5. Consistencia 25
4.7.6. Determinación de las propiedades químicas del suelo 26
4.7.7. Estimación de la densidad de macro organismos en el suelo 27
4.7.8. Propiedades biológicas del suelo 28
4.9.1. Análisis de la información 29
4.9.2. Cultivos 29
4.9.3. Parcelas divididas en bloques completos 30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31
5.1. Propiedades químicas 31
5.2. Macronutrientes 33
5.3. Micronutrientes secundario 34

5.4. Propiedades físicas del suelo 38
5.5. Índice equivalente de tierra 39
5.5. Relación benéfico costo 47
V. CONCLUSIONES 53
VI. RECOMENDACIONES 54
VII. BIBLIOGRAFIAS ..... ¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS 59

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características que se utilizaron para determinar la textura del suelo en campo. Modificado de Trejo et al. (1999)..... 24
Cuadro 2. Determinar la consistencia con el suelo seco. Modificado de Trejo et al. (1999) 26
Cuadro 3. Clasificación FAO para la densidad de macro organismos (FAO 1981) 27
Cuadro 4. Análisis químico del suelo para la implementación de parcelas en monocultivo y policultivo de maíz y frijol en la comunidad de Santo Tomás Municipio de San Juan Intibucá 36
Cuadro 5. Relaciones catiónicas en el suelo bajo estudio 37
Cuadro 6. Rango de valores de la relación de las bases, según Bertsch y Días el nivel deficiente de la relación de las bases son de 0.1 a 1, el nivel crítico a partir de un 1.1 a 3.5 y para un nivel óptimo mayores de un 3.6..... 38
Cuadro 7. Clasificación de macro organismos realizada en campo según la FAO, de acuerdo al muestreo de macro organismos. 39
Cuadro 8. Estimación del índice equivalente de tierra de acuerdo a la producción de maíz y frijol en policultivo y en monocultivo 40
Cuadro 9. Materiales utilizados para la elaboración de abono tipo bocashi y costo en lempiras por material 48
Cuadro 10. Materiales utilizados para la elaboración de abono tipo compost y costo en lempiras por material 48
Cuadro 11. Materiales utilizados para la elaboración de abono gallinaza y costo en lempiras por material..... 48
Cuadro 12. De acuerdo al establecimiento de las parcelas se generaron mayores costos en las parcelas de monocultivo haciendo una comparación de ambas parcelas con la de policultivo. 49

Cuadro 13. El siguiente cuadro representa los costos en lempiras de la comparación en policultivo maíz y frijol y monocultivo maíz más frijol según el tipo de abono y la cantidad en que se necesita para la producción por hectárea 50
Cuadro 14. Costos en mana de obra en el establecimiento de las parcelas según actividades realizadas 51
Cuadro 15. Resultado de análisis beneficio costo 52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área donde se instaló el experimento aldea Santo Tomás, municipio de San Juan de Intibucá, Honduras..... 17
Figura 2. Como extraer los bloques para la identificación de las propiedades biológicas.. 28
Figura 3. Comportamiento y rendimiento de maíz y frijol en policultivo y monocultivo .. 42
Figura 4. Crecimiento de cultivo de maíz en policultivo y en monocultivo 44
Figura 5. Crecimiento de cultivo de frijol en policultivo y en monocultivo 45
Figura 6. Comparación del peso de biomasa seca por metro cuadrado en policultivo maíz y frijol y monocultivo maíz más frijol, obteniendo mayor cantidad de biomas en asocio que en monocultivo. 46
Figura 7. Sistema radicular de maíz y frijol en policultivo y en monocultivo 47

LISTA DE ANEXOS

Anexos 1. Análisis de varianza para la variable producción de maíz y frijol 59
Anexos 2 Análisis de varianza de sistema radicular de maíz y frijol en policultivo y en monocultivo 59
Anexos 3. Análisis de varianza de biomasa área en monocultivo y policultivo 60
Anexos 4. Análisis de varianza de crecimiento de frijol 61
Anexos 5. Análisis de varianza de crecimiento de maíz 66
Anexo 6. Limpieza del terreno 78
Anexo 7. Toma de muestras a 10 y 20 cm de profundidad 79
Anexo 8. Instalación y preparación de las parcelas 80
Anexo 9. Siembra de semilla maíz y frijol y rotulación de las parcelas 81
Anexo 10. Pesando 280 g de cada abono para la fertilización directa al suelo por postura y luego por planta de maíz y frijol. 82
Anexo 11. Mediciones de los cultivos maíz y frijol 83
Anexo 12. Producción de maíz y frijol 84

GOMEZ MACHADO; J, M. 2018. Evaluación del comportamiento y el índice equivalente de tierra en el asocio de maíz y frijol con manejo orgánico en San Juan de Intibucá, Honduras. Catacamas. Olancho. Tesis Lic. RRNN. Universidad Nacional de Agricultura. 97 p.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el centro experimental de Derman Gómez, en la aldea de Santo Tomás, San Juan, de Intibucá, Honduras; con el propósito de evaluar el efecto de los diferentes abonos orgánicos, bocashi, lombricompost, gallinaza, en el rendimiento de maíz y frijol en monocultivo y policultivo. Se evaluaron tres abonos orgánicos lombricompost, bocashi y gallinaza con dosis de 280 gramos cada una por postura y un testigo relativo. Se usó un diseño con parcelas divididas en bloques completos con dos repeticiones. Las variables a evaluar fueron crecimiento de cultivo de maíz y frijol en monocultivo y en policultivo, comportamiento del cultivo con los abonos, rendimiento en producción de ambos cultivos, sistema radicular de cada una de las plantas, cantidad de biomasa genera comparándola con dichas parcelas. Los resultados demuestran que hubo diferencia estadística significativa entre los diferentes abonos y el testigo relativo. El mejor crecimiento, rendimiento, sistema radicular y mayor cantidad de biomasa área, dentro de las parcelas fue obtenido por la aplicación de gallinaza madurada y en término medio el lombricompost y bocashi, por lo tanto siendo mejores los tres abonos que el testigo. Los principales hallazgos encontrados en el experimento, como ser mayor producción de acuerdo al índice equivalente de tierra, la cantidad de materia orgánica y demás elementos encontrados según el análisis de suelo y la relación benéfico costo en las diferentes parcelas. Según los análisis de varianza el tipo de asocio no influye en cada una de las variables evaluadas, proporcionando los resultados obtenidos cada uno de los abonos utilizados.

Palabras claves. Conservación de suelo, educación ambiental, sostenibilidad, seguridad alimentaria, salud humana y uso adecuado del suelo

I. INTRODUCCIÓN

La inseguridad alimentaria y nutricional afecta a 72 de cada 100 hondureños, siendo la situación aún más grave en el sector rural, en particular la región sur occidental. Más de la mitad de los habitantes de Honduras (cerca de 4 millones de personas) están en pobreza extrema pues sus ingresos no logran cubrir la canasta básica de alimentos, mientras que el resto de población en pobreza (algo más de 1.5 millones de personas) puede pagar sus alimentos pero no cubrir sus requerimientos básicos en educación, salud o vivienda (FAO 2014).

El 70% del territorio nacional son tierras de ladera con alta pendiente, pertenecientes a pequeños productores, generalmente en las condiciones de pobreza. Situación que se agrava con la implementación de una agricultura basada en el alto consumo de insumos externos al sistema, como energía fósil, abonos químicos sintéticos y pesticida das cuenta el medio ambiente, sus ciclos naturales, ni el uso racional y sostenible de los recursos naturales.

El cultivo de granos básicos se vuelve la única fuente de ingresos de la mayoría de los pequeños productores de laderas con rendimientos producción de maíz de 71 quintales de maíz por hectárea y frijol 60 quintales por hectárea. La baja productividad se atribuye principalmente a problemas técnicos, económicos, y al uso inadecuado de productos agroquímicos que viene a repercutir en la salud de las personas. Así mismo estas prácticas tienen influencia en la degradación de los suelos, contaminación del recurso agua y pérdida de flora y fauna (USAID 2013).

La baja productividad y las pérdidas de los recursos de las parcelas generan un círculo vicioso de pobreza ya que la falta de ingresos económicos provoca hambre, y elevadas tasas de abandono escolar y bajos niveles de aprendizaje, desnutrición de adultos mayores y falta de macro y micros nutrientes. Los principales problemas relacionados con la nutrición que enfrentan los niños son los retrasos de crecimiento, bajo peso corporal y la deficiencia de micronutrientes, entre ellos el hierro, el yodo y la vitamina A (PASAH 2009).

La sostenibilidad en los sistemas de producción en asocio con diferente fertilización orgánica permite que los sistemas de producción sean sostenibles proporcionando una seguridad alimentaria para la población, además de mejorar las condiciones del suelo, del medio ambiente, y a la salud de las personas. Latinoamérica presentando avances en la producción sostenible sin embargo, para fortalecer la agricultura orgánica en Honduras es necesario realizar procesos de investigación acerca de los cultivos, materiales equipo e insumos cuyos resultados permitan a los productores tomar nuevas ideas e implementar nuevas técnicas para mejorar su calidad de vida y sus condiciones económicas (Alas 2009).

En esta investigación tuvo como propósito diseñar y evaluar parcelas en policultivo y monocultivo con fertilización orgánica para que la familia produzca y consuman alimentos a bajo costo, frescos y saludables para una dieta balanceada. Los cultivos a establecer estarán relacionados con las necesidades básicas de la familia y se llevaran a cabo bajo el esquema de producción orgánica y con sistemas de riego que permitan optimizar el aprovechamiento adecuado del agua y suelo.

Este trabajo fue financiado por la organización COCEPRADII (Comité Central Pro-Agua y Desarrollo Integral de Intibucá) con el objetivo de evaluar el comportamiento del maíz y el frijol en asocio y monocultivo utilizando diferentes fuentes de fertilización orgánica (lombricompost, bocashi y gallinaza). Ya que, es una de las opciones que están tratando de implementar en la zona para fortalecer a los pequeños y medianos productores con cuyas tecnologías apropiadas para una producción de calidad, y mejoramiento ambiental económico para ellos y el país en general.

I. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento del maíz y el frijol en asocio y monocultivo utilizando diferentes fuentes de fertilización orgánica: lombricompost, bocashi y gallinaza.

2.2 Objetivos Específicos

1. Analizar el efecto de los abonos orgánicos sobre las condiciones químicas, físicas y biológicas en el suelo.

2. Evaluar el aprovechamiento del uso de la tierra y la productividad del asocio maíz y frijol bajo manejo orgánico.

3. Evaluar la sostenibilidad la relación beneficio costo de los sistemas de producción establecidos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Agricultura industrial y seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria y nutricional es el estado por el cual todas las personas gozan en forma oportuna y permanente, del acceso a los alimentos en cantidad y calidad para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizando un estado de bienestar que ayude a su desarrollo. La seguridad alimentaria requiere que los alimentos estén asegurados con una sanidad adecuada para que estos alimentos sean seguros para la salud humana. A nivel mundial 870 millones de personas sufren inseguridad alimentaria en el mundo, uno de cada ocho habitantes del planeta, 55 millones de niños padecen desnutrición aguda, 19 millones la padecen de forma severa. Cada año mueren 3,5 millones de niños por desnutrición, 10.000 al día (FAO 2014).

Sin embargo el problema del hambre no es tanto de suministro sino de distribución. En primera instancia, las cosechas de rendimiento más alto se concentran en pocos graneros, donde muchos de ellos se encuentran en naciones industrializadas ricas. Debemos decir, que buena parte de los problemas en las naciones pobres, no derivan de su situación geográfica sino de su ubicación dentro del actual orden económico mundial. Debido al desarrollo desigual, las naciones en vías de crecimiento no tienen las mismas capacidades que los países ricos para producir y distribuir alimentos. En una economía rural, se trabaja en el renglón agropecuario. La producción de alimentos se norman por relaciones sociales tradicionales y las comunidades pueden ser autosuficientes (PMA 2012).

Según la CEPAL (2010) la agricultura industrial está asociada a la extensión de monocultivos y vinculada a deforestación de ecosistemas de gran valor e incluso de bosque primario. El empobrecimiento de los suelos aumenta la demanda de grandes dosis de productos químicos como fertilizantes sintéticos y productos químicos (pesticidas y herbicidas), sin embargo estos tienen un alto impacto ambiental, como la contaminación del suelo, de acuíferos y recursos de agua, declive de las poblaciones de las abejas y la salud humana.

El actual modelo de agricultura y ganadería intensiva es uno de las principales causas de cambio climático debido a que se va produciendo más deforestación en los bosques. Las mayores emisiones directas de la agricultura se deben al sobre uso de fertilizantes, fungicidas pesticidas y a la destrucción de ecosistemas para obtención de nuevas tierra y a la degradación de los suelos (FAO 2010).

3.1.1. Estado actual de la seguridad alimentaria en Honduras

En Honduras, los principales factores que afectan la producción agrícola es la población rural se enmarcan en los problemas de distribución de la tierra, la escasa disponibilidad y el poco acceso a la misma. El 35.8% del total de los productores nacionales son campesinos sin tierra .La agricultura campesina está conformada por aproximadamente 310,000 familias escasamente beneficiadas de los esfuerzos de asistencia técnica y financiera, así como de salud y educación gran parte de la producción de alimentos básicos como el maíz y fríjol (SAG 2013).

Uno de los aspectos que resaltan en el análisis de la seguridad alimentaria desde el punto de vista del consumo de los alimentos, es la monotonía de la dieta básica hondureña. Cerca del 80% de las calorías provienen de solo 10 alimentos, siendo el maíz y los frijoles el 81% del consumo total de calorías Las implicaciones son grandes, pues a menor diversificación de la dieta alimentaria, mayor es el riesgo a enfrentar dificultades alimentarias y por consiguiente nutricionales (Gonzales 1996).

El cultivo de frijol se realiza prácticamente en casi todas las regiones del país y condiciones de suelo y clima. Por ente el frijol ocupa el segundo lugar en importancia dentro de la superficie sembrada total a nivel nacional, sólo después del maíz. No obstante lo anterior, la principal limitante en su producción, la constituye sin duda la escasa disponibilidad de agua, fenómeno que se agudiza en regiones con bajo régimen pluvial (SAG 2013).

Durante la década reciente, la cosecha mundial de frijol reporta una ligera tendencia a la impulsada por aumentos en la superficie cosechada y en los rendimientos por unidad de superficie. Myanmar, India, Brasil, México, Tanzania, Estados Unidos y China son los principales productores de frijol, y en conjunto aportan el 64.8 por ciento de la oferta global. Su comercio en el mercado internacional es reducido en comparación con otros productos agrícolas y como proporción del consumo global de esta leguminosa, debido a que en general los principales países productores son también los consumidores más importantes (SIACON 2013).

En México, el frijol es el tercer cultivo en importancia por la superficie que ocupa, después del maíz grano y el sorgo grano; durante 2014 se cosecharon 1.68 millones de hectáreas de frijol. La producción nacional reporta variaciones anuales que se relacionan con el efecto de las condiciones climáticas adversas que afectan al cultivo, principalmente la sequía, debido a que se desarrolla principalmente en condiciones de temporal. Así, durante los años agrícolas 2012 y 2013 la cosecha de frijol se recuperó después de verse drásticamente afectada por la sequía que se registró en las principales entidades productoras en 2011, mientras que en 2014 tuvo una reducción anual de 4.2 por ciento (SIACON 2013).

Las variaciones en el precio del frijol en el mercado nacional han estado en función de la disponibilidad del grano cosechado. Así los precios de las principales variedades comenzaron a descender desde los primeros meses de 2013, hasta registrar, hacia finales de 2014, su nivel más bajo en cuatro años. El consumo de frijol en durante los últimos tres años se ubicó en un promedio de 1.1 millones de toneladas. Dicho volumen representa el 88 por ciento de la producción nacional promedio de frijol entre 2013 y 2015 (SIACON 2013).

La producción mundial de frijol creció a una tasa promedio anual de 0.8 por ciento entre 2003 y 2013, para ubicarse en 22.8 millones de toneladas. Esta tendencia en la cosecha de la leguminosa se deriva de un crecimiento promedio anual de 0.2 por ciento en la superficie cosechada y de 0.6 por ciento en el rendimiento promedio, durante el período señalado (SAG 2013).

El nivel de educación de los padres tiene influencia en la presencia de desnutrición en los hogares. Cuando los padres no cuentan con educación primaria el 47% de los hogares sufre de desnutrición. En Honduras existen bajos niveles de educación en los hogares. Se estimó que para la mitad del año del 2014 el 12.8% de personas mayores a 15 años no saben leer ni escribir en Honduras, siendo mayor e en las zonas rurales llegando a cifras del 20%. Para el año 2012 el 70% de los estudiantes que entraban a primero terminaban su educación primaria mientras que el 49% de estudiantes culminaban su educación secundaria (Banco Mundial 2014).

3.2. Problemática de la agricultura convencional

El crecimiento de la producción mundial y, por consecuencia, el aumento de la necesidad alimenticia causó hace aproximadamente 30 años el inicio de la revolución verde que tenía como única prioridad el aumento de la cantidad de alimentos a todo costo. Desde entonces realmente se ha podido ver en el mundo un cambio extraordinario en la tecnología agropecuaria y indudablemente bajos rendimientos en la producción. Para poder aumentar la producción había que aumentar notablemente la aplicación de insumos agrícolas (Moore 2010).

Para Moore (2010) el modelo de agricultura convencional adoptado desde la década de los cincuentas, se fundamenta en un sistema de producción dependiente de un alto uso de insumos sintéticos, donde el manejo monocultivista se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo.

Sin embargo, este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad en veinte o treinta años de uso intensivo en Centro América. El monocultivo se refiere a las plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie, con los mismos patrones, resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación (control de plagas, fertilización y alta estandarización de la producción), casos frecuentes de monocultivo se dan con el eucalipto, pino, en el caso de árboles, o grandes plantaciones de cereal, soya, caña de azúcar, algodón, maíz lo cual produce la degradación del suelo debido a que estos solo absorben los nutrientes que consideran necesarios para su crecimiento, haciendo así, que el suelo pierda la fertilidad al acabarse con uno o más de sus nutrientes (CIAT 1995).

El aumento de la producción agrícola y especialmente la producción en monocultivos ha creado un aumento extraordinario de insectos plagas y enfermedades especializados en exactamente este cultivo. En la naturaleza no existen plagas. Un animal se convierte en plaga cuando aumenta su densidad de tal manera que causa una pérdida económica al ser humano. Ya sea porque perjudique su salud, su comodidad, dañe las construcciones o los predios agrícolas, forestales o ganaderos, de los que el ser humano obtiene alimentos, forrajes, textiles, madera, etc. Es decir, ningún organismo es plaga, el concepto de plaga es artificial (CIMMYT-PURDUE 19981).

3.3. Agroecología y agricultura familiar

La agroecología es una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agro ecosistema interactúan. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales. Los agricultores familiares son las personas que tienen las herramientas para practicar la agroecología. Ellos son los guardianes reales del conocimiento y la sabiduría necesaria para esta disciplina (Alteiri 2009).

La agricultura familiar incluye todas las actividades agrícolas de base familiar y está relacionada con varios ámbitos del desarrollo rural. La agricultura familiar es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar, incluyendo tanto a mujeres como a hombres. A nivel nacional hay varios factores clave para un desarrollo exitoso de la agricultura familiar, como las condiciones agroecológicas y las características territoriales. La agricultura familiar tiene un importante papel socioeconómico, ambiental y cultural (Alteiri 2009).

La AIAF (2014) tiene como objetivo aumentar la visibilidad de la agricultura familiar y la agricultura a pequeña escala al centrar la atención mundial sobre su importante papel en la lucha por la erradicación del hambre y la pobreza, la seguridad alimentaria y la nutrición, para mejorar los medios de vida, la gestión de los recursos naturales, la protección del medio ambiente y lograr el desarrollo sostenible, en particular en zonas rurales. La meta del AIAF 2014 es reposicionar la agricultura familiar en el centro de las políticas agrícolas, ambientales y sociales en las agendas nacionales.

El desarrollo sostenible se fundamenta en principios éticos, como el respeto y armonía con la naturaleza; valores políticos, como la democracia participativa y equidad social; y normas morales, como racionalidad ambiental. El desarrollo sostenible es igualitario, descentralizado y autogestionario, capaz de satisfacer las necesidades básicas de la población, respetando la diversidad cultural y mejorando la calidad de vida (Alteiri 2009).

La agricultura y el desarrollo sostenible se refieren a la necesidad de minimizar la degradación de la tierra agrícola, maximizando a su vez la producción. La sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola se refiere a la capacidad del sistema para mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales, externas o internas. La sostenibilidad es función de las características naturales del sistema, así como aquellas intervenciones sociales, económicas y técnicas que se hacen para contrarrestar presiones negativas; destacándose la resiliencia del sistema (AIAF 2014).

3.4. Componentes sobre el tema de producción en milpa

El policultivo usa cosechas múltiples sobre la misma superficie, imitando hasta cierto punto la diversidad de ecosistemas naturales de plantas herbáceas, y evitando las grandes cargas sobre el suelo agrícola de las cosechas únicas. El policultivo, aunque requiere a menudo más trabajo, tiene varias ventajas sobre el monocultivo: La diversidad de cosechas ayuda a evitar la susceptibilidad que los monocultivos tienen a las plagas. La mayor variedad de cosechas proporciona el hábitat para más especies, por lo que aumenta la biodiversidad local (CIAT 1995).

El sistema de policultivos de la milpa es una de las técnicas agrícolas más sensatas y productivas en el mundo desde el punto de vista ecológico y de seguridad alimentaria. Este sistema tiene una interacción entre diferentes cultivos. Este tipo de producción es de mucha relevancia en diferentes zonas del país debido a que los rendimientos en producción son bastantes sustentables .Por lo que se vuelve tan rentable para los productores ya que prefieren mayores rendimientos y una sostenibilidad en productos. No existe un solo tipo de milpa, depende de las caracteristicas del suelo, clima, de las especies disponibles, de las tradiciones locales, así como de los gustos y de las necesidades tanto culinarias como alimenticias del campesino (SAG 2013).

La interacción de una gran cantidad de especies como maíz, frijol, ayote, calabaza. Por ejemplo son las más comunes y convierten a la milpa en un ecosistema donde se aprovecha de manera complementaria los diferentes recursos en el sistema (agua, luz y suelo). En este ecosistema se favorecen interacciones ecológicas benéficas (control biológico de insectos, fertilidad de suelo y polinización) brindando diferentes beneficios no solo a las especies que en ella conviven si no las comunidades humanas que las manejan, dado que los productos que ahí se obtienen favorecen una dieta equilibrada y en unas regiones del país sigue siendo la base de su alimento (Primavesi 2011).

La milpa es el espacio físico, la tierra, la parcela, como las especies vegetales, la diversidad productiva que sobre ella crece. Adicionalmente la milpa es también el reflejo de los conocimientos, la tecnología y las prácticas agrícolas necesarias para obtener de la tierra y del trabajo humano los productos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de la familia campesina. Hacer milpa significa realizar todo el proceso productivo, desde la selección del terreno hasta la cosecha. La diversidad genética de las especies cultivadas, combinada con la diversidad de plantas espontáneas que aparecen en el terreno, hacen de la milpa uno de los ecosistemas más ricos y complejos de la agricultura campesina (Primavesi 2011).

En algunas regiones del país la milpa se establece a partir del sistema itinerante de roza-tumba quema, este tipo de producción consiste en la limpieza de pequeñas parcelas con la incorporación de residuos vegetales secos y verdes, para posteriormente cultivar en ellas y aprovechar los nutrientes que cada uno de estos vegetales contienen y así mismo obtener un suelo con mayor riqueza de nutrientes y mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Aunque existen zonas en este mismo ambiente, donde las condiciones del suelo permiten el establecimiento de sistemas más permanentes. En otras zonas, se han favorecido agro ecosistemas donde la milpa puede ser parte ya de un manejo establecido año con año donde se puede asociar con otros cultivos en un ciclo subsecuente rotar con especies de cultivos distintas como frijol u hortalizas (SAG 2013).

3.5. Importancia de la agricultura orgánica

El desarrollo de una agricultura eficiente y sustentable, una población sana y la conservación de los ecosistemas naturales. Es un hecho cientifico y conocido que la materia orgánica es un factor limitante en la fertilidad de los suelos. Mejora considerablemente sus propiedades físicas (estabilidad estructural, porosidad y control de la temperatura), sus propiedades químicas (capacidad de cambio iónico, capacidad de tamponante y proceso de redox) y sus propiedades biológicas, favorece el establecimiento y fomento de la biodiversidad (German 2011).

Para hablar acerca de la materia orgánica en la naturaleza tenemos que empezar con el concepto HUMUS, el cual fue utilizado a principios del siglo XIX por los primeros investigadores para definir la materia orgánica presente en el suelo. Esta proviene de la degradación biológica y bioquímica de los restos de los animales y vegetales, así como producto de del metabolismo de los metabolismo de los macro organismos presentes en el suelo. La materia orgánica engloba las sustancias no húmicas, compuestas por moléculas químicamente no definidas y de fácil asimilación y degradación por parte de la micro flora del medio y las conocidas como sustancias húmicas que provienen de la transformación de los microorganismos (German 2011).

3.6 Abonos orgánicos en la agricultura

La materia orgánica de los suelos es producto de descomposición biológica *in situ* afecta a las propiedades químicas y físicas y a la salud general de los suelos. La tasa de infiltración de agua y la capacidad de retención de humedad de estos, la diversidad y actividad biológica de los organismos terrícolas, y la disponibilidad de nutrientes de las plantas. El intercambio de nutrientes entre materia orgánica, agua y suelos es esencial para la fertilidad de estos últimos y ha de mantenerse con miras a una producción sostenible. Cuando se explotan los suelos sin restablecer la materia orgánica y el contenido de nutrientes, y el ciclo de elementos nutritivos se rompe, la fertilidad del suelo disminuye y el equilibrio del agro ecosistema se destruye (Restrepo 2001).

Gómez (2000) considera que la nutrición natural con abonos orgánicos se basa en la descomposición de los organismos mediante una diversidad de compuestos orgánicos y minerales. Los abonos orgánicos son recursos de mucha importancia capases de proporcionar cantidades notables de nutrientes esénciales al suelo y a la planta como ser, nitrógeno, fósforo y potasio.

Los aportes físicos de materia orgánica evita el impacto directo de las gotas de lluvia, reduce la evaporación y el escurrimiento superficial del agua, facilita el drenaje y el laboreo, reduce

la degradación de las partículas del suelo y el encostra miento superficial. Así mismo los aportes químicos regula el pH, aumenta el intercambio catiónico, mantiene los cationes en forma cambiable, favorece la formación de fosfohumatos, ácidos húmicos más aniones fosfatados. Mantiene las reservas y el balance estable de nitrógeno en el suelo, aumenta el poder de retención de los macro nutrientes como el calcio, magnesio, sodio, potasio y nitrógeno, en relevancia al potasio la materia orgánica reduce la fijación del mismo por la arcilla (IBO 2003).

También en la parte biológica ayuda a un proceso más rápido de germinación de semilla, favorece el sistema radicular, regula la actividad micro y microbiológica del suelo, mejora la nutrición y la disponibilidad de los minerales para los cultivos, potencializa los efectos de la fertilización mineral, actúa directamente sobre los procesos fisiológicos y químicos de la planta. Mejorando el contenido de clorofila y la intensidad de la respiración y en general activando de forma equilibrada el metabolismo de los vegetales y de los microorganismos (IBO 2003).

3.6.2. Abono fermentado tipo bocashi

Según Restrepo (1996) el bocashi es producto de un proceso de descomposición aeróbico de los residuos orgánicos a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición, es rico en nutrientes para la planta e incorpora cantidad de organismos benéficos. Es un abono con un periodo de tiempo de (15 a 24 días) de fabricación dependiendo del ambiente. El proceso de aplicación es de cantidades menores ya que esta semicrudo, y se termina de procesar una vez aplicado**.**

Es un abono que proporciona diferentes nutrientes como por ejemplo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sílice. Además aporta microorganismos que benefician los suelos transformando la materia orgánica del suelo en nutrientes para el suelo**.** Mejora las características físicas del suelo con aireación, absorción de humedad y calor energía. Su alto

grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo, funciona con el efecto tipo esponja sólida, el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo (Añasco 2005).

El bocashi es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos; que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados. Los nutrientes que se obtienen de la fermentación de los materiales contienen elementos mayores y menores, los cuales forman un abono completo superior a las fórmulas de fertilizantes químicos. Se usa para suministrar los nutrientes necesarios y adecuados al suelo, donde son absorbidos por las raíces de los cultivos para su normal desarrollo. Se debe utilizar la mayor diversidad posible de materiales, para garantizar un mayor equilibrio nutricional del abono (Restrepo 1996)**.**

Funciones del bocashi abono su función es engorda el suelo y los microorganismos disponibles ponen a disposición los minerales para que lo utilicen las plantas o por medio de la erosión. Los nutrientes son asimilados por las plantas y puestos a disposición de las plantas, con lo que estimula el crecimiento de sus raíces y follaje. Dosis a utilizar en terrenos con proceso de fertilización orgánica se pueden aplicar 4 libras por metro cuadrado de terreno (Añasco 2005).

Según Añasco (2005), la aplicación debe realizarse 15 días antes de la siembra, al trasplante o en el desarrollo del cultivo. En terrenos donde nunca se ha aplicado bocashi, las dosis serán mayores (10 libras/m^2).

Para cultivos anuales (granos básicos) será necesaria una segunda aplicación de bocashi, entre 15 y 25 días de la emergencia del cultivo, en dosis de 2 libras por metro cuadrado, ya para aplicación directa en cultivos anuales se han obtenido mejores rendimientos con aplicaciones de 280 g por planta en caso de cultivos anuales (Añasco 2005).

Las ventajas del bocashi con respecto a otros abonos orgánicos es que el proceso de fermentación se producen gases tóxicos ni malos olores, el volumen producido se adapta a las necesidades de requerimiento, no causa problemas en el almacenamiento ni en el transporte, actúa como desactivador de agentes patogénicos algunos de ellos perjudiciales en los cultivos causantes de enfermedades cambiar (Restrepo 1996).

3.6.3. Lombricompost

El lombricompost es un abono orgánico que es producto de las excretas de las lombrices, usualmente se utiliza la lombrices lombrices roja californiana (*Esenia foetida*). Este abono orgánico es un material altamente descompuesto. Posee un buen balance de nutrimentos de rápida y lenta liberación para las plantas. La riqueza de nutrientes dependerá tanto de las características del material inicial como de la forma en que se lleva a cabo el proceso; por ejemplo, la producción de abono expuesto a mucha lluvia, provoca la pérdida por lavado de nutrientes y otros compuestos (Restrepo 1996).

El lombricompost posee también una alta población microbiana benéfica, por lo que el material final debe mantenerse necesariamente entre 50 y 60% de humedad; además tiene algunas sustancias llamadas fitohormonas, las cuales estimulan el crecimiento vegetal. Las lombrices son capaces de transformar en abono, restos de comida, restos vegetales; los cuales en un periodo entre 3 a 4 meses han producido un abono orgánico con buenas características organolépticas y alto valor nutricional (Restrepo 2001).

El abono de lombriz es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación del estiércol procesado y que tiene varias propiedades interesantes. Antes de todo, la primera propiedad es su riqueza en flora microbiana (1 g de abono contiene aproximadamente 2 billones de microorganismos vivos) que al ponerse en contacto con el suelo aumenta su capacidad biológica. En su composición están presentes todos los nutrientes: Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, carbono en cantidades suficientes para desarrollar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido de materia

orgánica, que enriquece el terreno favorece la circulación del agua y del aire, las tierras ricas en humus son esponjosas y menos sensibles a las sequía y su pH es neutro (Gomez 2000).

Si el abono es para la siembra de granos básicos maíz y frijol, se colocan 280 g por postura de acuerdo a estudios realizados se han obtenido mejores rendimientos con esta dosis.

3.6.4. La gallinaza

La gallinaza es producto de las excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. Puede o no considerarse la mezcla con los materiales de la cama. Es la principal fuente de nitrógeno el aporte consiste en nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. La mejor gallinaza es la de cría de las gallinas ponedoras bajo techo y piso cubierto (Restrepo 1998).

En el promedio de aplicación de gallinaza al suelo, se requiere de 600 g a 700 g por metro cuadrado mejorando las condiciones físicas del suelo. Para obtener buenos resultados aunque en algunos casos, dependiendo de si el suelo presenta algún empobrecimiento, podría llegar a ser necesario utilizar hasta 1 kg por metro cuadrado. Según experimentos ya realizados con abono gallinaza se han obtenido mejores rendimientos con aplicaciones 260 a 280 g por planta en caso de cultivo anuales (Gomez 2000).

III. MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción del sitio donde se llevó acabo el experimento.

El presente trabajo se llevó a cabo un terreno totalmente plano ubicado en la comunidad de Santo Tomas del municipio de San Juan departamento de Intibucá, a una altitud aproximada de 1157 msnm. La temperatura promedio anual es de 19ºC, con una humedad relativa de 70%, y una precipitación promedio anual de 2021 mm. Con un rango de 2000 a 2200 mm, siendo el periodo de marzo a septiembre el más lluvioso y de octubre a febrero poco seco (Garcia 2001) (Figura 1).

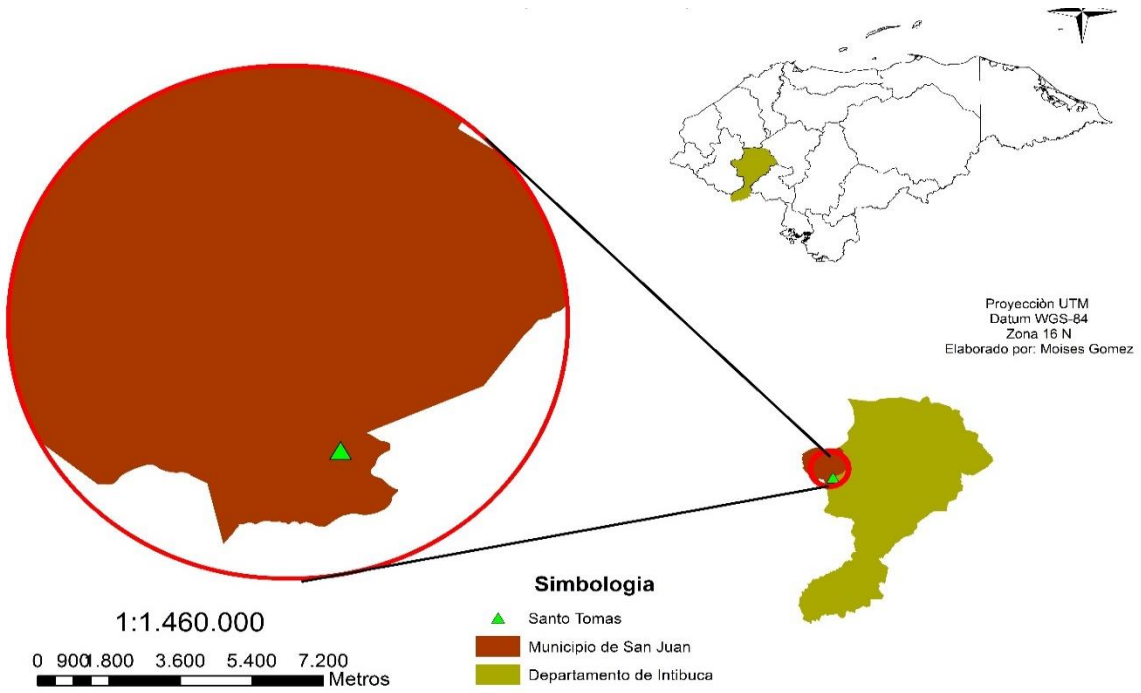


Figura 1. Ubicación del área donde se instaló el experimento aldea Santo Tomás, municipio de San Juan de Intibucá, Honduras

4.2. Materiales

Los materiales y equipo necesarios para efectuar el trabajo de investigación fueron los siguientes:

1. Libreta de apuntes
2. Bolsas plásticas
3. Rótulo
1. Lápiz grafito
2. Semilla de maíz y frijol
3. Fertilizantes orgánicos bocashi, lombricompost y gallinaza
4. Insecticidas biológicos

4.3. Equipo

1. Cinta métrica
2. Metro
3. Machete, azadón, pala y piocha
4. Chuzo (llamado también güizute, puya o pujaguante, de acuerdo a la región)
5. Bomba de mochila (manual)
6. Balanza
7. Calculadora científica
8. Sistema de riego por aspersión

4.4. Índice equivalente de tierra

Para determinar el índice equivalente de tierra se aplicó la formula donde Ypi es la producción en policultivo de maíz y frijol con un valor de 7.97, y para Ymi es la producción en monocultivo de maíz y frijol ocupando un valor de 6.01. Ya obtenido el rendimiento de cada uno de los cultivos en asoció y monocultivo, se dividieron estos resultados tal como se presenta en la formula y se presentó un índice equivalente de tierra de 1.33 el cual demuestra que la producción en policultivo es mayor que en monocultivo (Gliessman, 2002).

Índice equivalente de tierra = $\Sigma \frac{Ypi}{Ymi}$

4.5. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental con parcelas divididas en bloques completos. Se analizó dos factores el tipo de cultivo y el abono utilizado. En monocultivo de frijol, monocultivo de maíz y asocio maíz-frijol; con diferentes abonos orgánicos siendo un total de 12 tratamientos con dos replicas cada uno.

La unidad experimental consistió en una área 12.5 m^2, cada bloque lo formaron dos parcelas con 4 unidades experimentales (50 metros cuadrados cada parcela y 100 metros cuadrados en cada bloque). El área total del experimento consto de tres bloques (300 metros cuadrados) entre bloque y bloque se dejó un espacio de 1 metro y un 1 metro en entre cada unidad experimental o tratamiento.

4.5.1. Modelo matemático

YijK = U + Ai + Rk + Error (a) + Bj + AiBj + Eijk

U =Media general

Ai =Efecto del cultivo

Rk = Bloque

Error (a) = Error de parcela grande

Bj = Efecto del abono

AiBj =Interacción policultivo y abono

Eijk = Error

4.5.2. Tratamientos utilizados en el área experimental

Cultivo	Lombricompost	Bocashi	Gallinaza	Testigo absoluto
Monocultivo de frijol	**T1**	**T3**	**T5**	**T7**
Monocultivo maíz	**T2**	**T4**	**T6**	**T8**
Policultivo maíz y frijol	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**

4.6. Actividades realizadas en la instalación y manejo de las parcelas experimentales

Primera etapa: Elaboración del abono bocashi se realizó 20 días antes de la siembra para que en el periodo de fertilización ya estuviese listo. El origen de elaboración de este abono es natural con la incorporación de los diferentes elementos que nos brinda la naturaleza. Para el proceso de elaboración del bocashi se recolectaron 1 quintal de semolina, 2 quintales de estiércol de ganado, 2 quintales de pulpa de café, 1 quintal de carbol, 2 quintales de hojarasca, 1 quintal de hoja verde de plantas leguminosas, 1 galón de melaza. Los ingredientes se colocaron ordenadamente en capas tipo pastel y en cada una de las capas se iba humedeciendo con agua y melaza para un mejor proceso de descomposición.

Segunda etapa. Ya con la distribución de las parcelas se procedió toma de sub muestras se realizó a 10 cm y 20 cm de forma zig-zag y transversal, horizontal vertical. Luego cada sub muestra homogenizo para obtener la muestra general, por cada una de las parcelas, se calculó una libra de suelo en una bolsa plástica para enviar la muestra a laboratorio y de acuerdo al análisis observar las deficiencias del suelo.

Tercera etapa: A la preparación del terreno se procedió 2 días antes de la siembre, tipo labranza mínima con una picadura de 0.50 m de ancho por cada surco dejando bien pulverizado el suelo para el momento de la siembra, inmediatamente se incorporara el abono de acuerdo a los tratamientos correspondientes (bocashi, lombricompost y gallinaza). Desde el punto de vista productivo económico, la dosis de 280 g de bocashi por postura es la que produce el mejor rendimiento y la mejor relación benéfico costos por lo tanto se utilizó esta misma dosis para el abono gallinaza y para el abono lombricompost.

Cuarta etapa: Proceso de siembra del maíz y frijol en monocultivo, y policultivo se realizó de forma directa y manual a una profundidad adecuada para su germinación. Se colocó una semilla por postura. El distanciamiento entre planta y planta de maíz fue de 0.20 m entre planta y a 1 m entre surco. Teniendo un total de 5 plantas por metro lineal para obtener una densidad de (29,000) plantas por hectárea. En el monocultivo de frijol la siembre entre planta y planta de 0.15 m obteniendo un total de 6 plantas por metro lineal 33 plantas en 5 metros líneas de cada una de las hileras por tratamiento.

Para la siembra en policultivo el maíz se llevó a cabo a un distanciamiento de 0.30 m entre planta, la siembra de frijol en este sistema se realizó en la parte intermedia de la distancias entre planta de maíz ósea a 0.15 m entre ambas plantas de maíz, colocada cada postura de frijol entre cada una de las plantas de maíz, el frijol se sembró a una distancia de 0.30 m entre planta de frijol. En 5 metros lineales se obtuvieron 16.6 plantas de maíz y 16.6 plantas de frijol, un total de 33 plantas en asocio en cada uno de los tratamientos.

Y el total de plantas por manzana de maíz y frijol en asocio será de 33,000 por hectárea. Después de la siembra de cada semilla se procedió a la rotulación de cada uno de los tiramientos para no tener confusiones al momento de la fertilización.

Quinta etapa: Se realizó 4 fertilizaciones por cada tratamiento, la primera aplicación al inicio junta con la postura de la semilla, bocashi de 280g, lombricompost 280g y de gallinaza de 280g. Y la segunda fertilización se realizó alos 10 días de haber germinado la semilla, para bocashi 280g, lombricompost 280 g, y de gallinaza 280g. Estas fueron las dosis de aplicación, la primera a los 8 a 10 días de germinación los cultivos, segunda a los 25 a 27 días de germinación, y la tercera aplicación en el periodo de floración de cada cultivo.

Sexta etapa: El manejo de plantas arvenses se llevó acabo con azadón y manual efectuando 3 limpiezas durante el ciclo del cultivo. También se hizo uso de algunos repelentes que la organización ya encuentra elaborados como caldo sulfocalcio, caldo ceniza, entre otros para poder contrarrestar algunas plagas y enfermedades que atacaron a los cultivos, en caso del maíz que fue más perjudicado por el gusano cojollero. Se procedió a ser aplicaciones de los diferentes insecticidas orgánicos cada ocho días en los primeros 2 meses para contrarrestar esta plaga en el maíz y también control manual en algunos casos.

Setima etapa: Monitoreo de los cultivos en cada una de las parcelas, control de plagas, y también se realizó riego de los cultivos cada dos días en caso que fuese necesario. También vigilancias por cualquier daño a los cultivos establecidos en la parcela.

Octava Se midió el 100% de las plantas de maíz en cada tratamiento clasificándolas en diferentes etapas alta media y baja esto se realizó ya en su periodo de floración de cada cultivo utilizando una cinta métrica y metro partiendo desde el nivel del suelo hasta la base de la inflorescencia de cada cultivo. Obteniendo las mediciones de dichas plantas, se sumaron estas mediciones y luego se dividieron entre el número de plantas medidas obteniendo un promedio de medición de cada una de las plantas por tratamiento.

Utilizando un metro y cinta métrica colocándola desde el nivel del suelo hasta la base de la inflorescencia masculina o espiga en caso del maíz cuando el 100% de las plantas en etapa de floración.

Novena etapa: Para realizar el análisis de varianza se procedió a unir la producción de maíz y frijol en policultivo y la producción de maíz y frijol en monocultivo, para obtener una comparación de rendimiento en policultivo y monocultivo

Décima etapa: Para el peso de sistema radicular se pesaron tres raíces por tratamiento en la cual se obtuvo un peso promedio del sistema radicular del cultivo de maíz en policultivo y monocultivo.

4.7.1. Evaluación las propiedades físicas del suelo

Se evaluaron las condiciones físicas del suelo para observar la calidad de suelo, esto se llevó acabo antes de la implementación de las parcelas, atravez de los muestreos obtenidos en cada una de las parcelas.

4.7.2. Textura

La determinación de la textura se hizo mediante la metodología Trejo *et al.* (1999) que indica tomar un volumen de suelo del tamaño de una cuchara sopera y colocarla está en la mano izquierda. Se le agrego agua lentamente y con la mano derecha se manipuló hasta que tomó consistencia arenosa, con la cual se formó una bola de unos 2 a 5 cm de diámetro. Cuando el cual el volumen del suelo se vuelve maleable se puede determinar su textura. Para esta determinación se tuvo el cuidado de no agregar bastante agua y el suelo no estuviera demasiado húmedo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características que se utilizaron para determinar la textura del suelo en campo. Modificado de Trejo et al. (1999)

Textura	**Características**
Arenoso	El suelo permanece suelto y separado, y puede ser acumulado en forma de pirámide
Arena Franca	El suelo tiene suficiente limo y arcilla para volverse pegajoso y se le puede dar forma de una bola que fácilmente se deshace
Franco Limoso	Parecido a la arena franca, pero al suelo se le puede dar forma enrollándolo como un pequeño y corto cilindro
Franco	Contiene casi la misma cantidad de arena, limo y arcilla. Puede ser enrollado como cilindro de seis pulgadas de largo aproximadamente que se quiebra cuando se dobla
Franco Arcilloso	Parecido al franco, aunque puede ser doblado en forma de U sin excederse y no se quiebra
Arcilla Fina	El suelo puede tomar en forma de circulo, pero mostrando grietas
Arcilla Pesada	El suelo puede tomar en forma de circulo sin mostrar ninguna grieta

4.7.3. Identificación de color de suelo

Se procedió a la tomo de un terrón de las muestras de suelo obtenidas de cada una de las parcelas para poder realizar la respectiva comparación del color de los suelos con la ayuda de la tabla Munsell.

4.7.4. Densidad aparente

Se utilizó la metodología Donald y Lobo (2000) con la ayuda de un martillo y un pedazo de madera se introdujo un cilindro de dimensiones conocidas en el suelo aproximadamente en los primeros 15 cm, después con una pala se saca el cilindro y se corta el suelo sobrante de los extremos del cilindro. Después se sacó el suelo del cilindro y se colocó en una bolsa debidamente rotuladas para secarlas al horno durante 24 horas a una temperatura de 105ºC, luego de deshidratar las muestras se sacaron para pesarlas y calcular la densidad aparente bajo la siguiente ecuación.

$$Da = \frac{Pss}{Vc}$$

Dónde
Da= Densidad aparente (g cm-3)
Pss= Peso de suelo seco (g)
Vc= Volumen del cilindro (cm-3)

4.7.5. Consistencia

Para la estimación de la consistencia suelo en seco y húmedo se realizó siguiendo la metodología de Trejo *et al.* (1999). Que indica tomar un terrón de suelo seco y tratar de romperlo manualmente y categorizándole de acuerdo a la dureza del mismo desde blando a muy duro, como es estudio se realizó en época lluviosa, las muestras de suelo para el cálculo de las consistencia en suelo seco se dejaban varios días para que se secaran a temperatura ambiente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Determinar la consistencia con el suelo seco. Modificado de Trejo et al. (1999)

Variable	**Descripción**
Blando	El terrón es débil, se rompe fácilmente y se desmenuza en polvo o granuloso
Ligeramente duro	El terrón es débilmente resistente a la presión y fácilmente quebradizo entre los dedos pulgar e índice.
Duro a muy duro	El terrón es muy resistente a la presión, puede ser quebrado con las manos con dificultad, pero no podrá ser quebrado con la presión de los dedos índice y pulgar

Para la determinación de consistencia con el suelo húmedo se agregó agua, gota a gota permitiendo que el agua se filtre en su totalidad de la superficie del terrón, luego se procedió a determinar la consistencia. Se determinó la consistencia del suelo seco usando cuadros con información para ello, categorizando el suelo de friable a muy firme.

4.7.6. Determinación de las propiedades químicas del suelo

Para realizar el muestreo de suelo se determinó, teniendo cuidado que el muestreo no coincida con épocas de fertilización. Para la toma de muestras de suelo se utilizó la metodología de Calderón y Pablo (1999) que indican inicialmente reconocer las parcelas a muestrear para poder decidir los puntos para tomar sub muestras. Se recorrió la zona para determinar los puntos de muestreo se determinó muestra las 6 parcelas establecidas para tener una mejor precisión en el análisis de suelo tomando tres sub muestras en cada una de las parcela a 10 cm y 20 cm de profundidad. En cada punto de muestreo con una pala se hizo un corte en V, de 25 cm de profundidad y tomando las sub muestras de una pared del agujero en cada vértice.

Después se depositó la sub muestra en un recipiente seco y limpio, luego se homogenizó la muestra y se tomó 1 kg aproximadamente. Esta mezcla homogénea se colocó en bolsas limpias y etiquetadas con información de la parcelar y posteriormente llevadas al instituto hondureño del café para el respectivo análisis químico.

Utilizando la metodología de Henríquez y Bertsch (1997) se calcularon las relaciones entre algunas bases del suelo con importancia en la parcela para la agricultura (calcio magnesio y potasio).

4.7.7. Estimación de la densidad de macro organismos en el suelo

Para este parámetro en cada punto de muestreo, se recogió un bloques de suelo de 25 cm por 25 cm y 30 cm de profundidad según la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) (Anderson Ingram 1993).

Se realizó rápidamente el agujero y el bloque de suelo obtenido se colocó en un costal para contar los macro organismos. Después se hizo una clasificación de los deferentes microorganismos encontrados donde lo único encontrado fueron las lombrices (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación FAO para la densidad de macro organismos (FAO 1981)

-	**Nulo**	No se observa ningún organismos (solo en casos excepcionales)
+	**Bajo**	Se observa de entre 1 – 20 organismos
++	**Moderado**	Se observan entre 21 – 60 organismos
+++	**Alto**	Se observan más de 60 organismos

4.7.8. Propiedades biológicas del suelo

Las propiedades biológicas están asociadas a la presencia de materia orgánica y de formas de vida animal, tales como microorganismos, lombrices e insectos. Contribuyen a definir su capacidad de uso y su erodabilidad.

Las propiedades biológicas del suelo son muy importantes, ya que está constituida por la micro fauna del suelo, como hongos, bacterias, nematodos, insectos y lombrices, los cuales mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, además que entre ellos ocurren procesos de antagonismo o sinergia que permite un balance entre poblaciones dañinas y benéficas que disminuyen los ataques de plagas a las plantas (Figura 2).

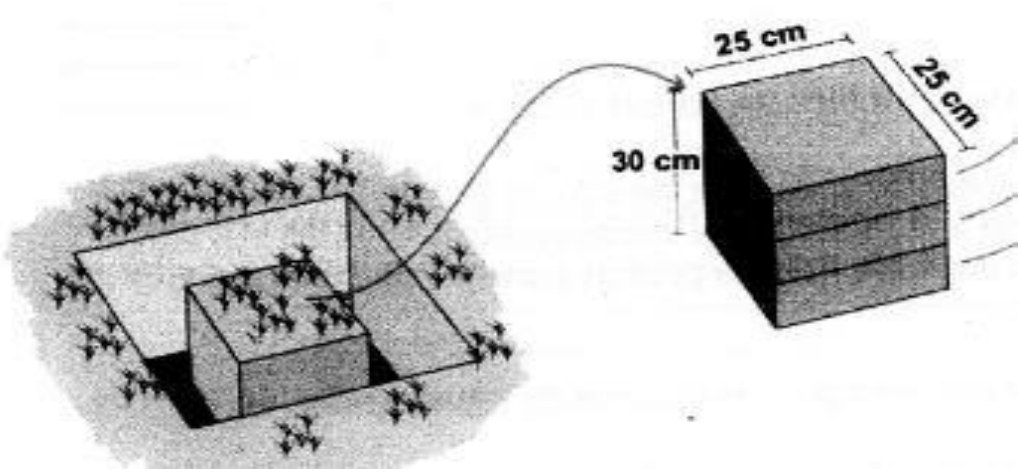


Figura 2. Como extraer los bloques para la identificación de las propiedades biológicas

4.9. Relación beneficio costo de los cultivos

La relación beneficio-coste (B/C) compara de forma directa los beneficios y los costos. Para calcular la relación (B/C), primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costes también descontados como por ejemplo todos los gatos o cotos en el experimento o en cada uno de los tratamientos.

La relación beneficio costo se obtuvo realizando una tabla de apuntes a partir de la preparación del terreno en cada una las parcelas. También de acuerdo a las actividades que se realizará en cada uno de los tratamientos, como ser la mano de obra en siembra de semilla horas de riego, fertilización del cultivo, desmalezamiento, fumigaciones, control de plagas, dobla del maíz, recolección de la cosecha.

4.9.1. Análisis de la información

Cada uno de los componentes de la investigación se analizó atravez de la relación de las diferentes fertilizaciones en cada una de las parcelas a establecer con cada uno de los cultivos. Se realizó análisis de costo benéfico, índice de tierra por cada uno de los cultivos y comparación de rendimiento en producción de las diferentes parcelas realizando análisis estadísticos en cada una.

4.9.2. Cultivos

Los tipos de cultivos para el desarrollo o implementación de este experimento maíz y frijol.

Clasificación taxonómica del maíz
Nombre común: Maíz
Nombre científico: *Zea mays L,*
Clase: Angiosperma
Subclase: Monococotyledonae
Orden: Glumiflorae
Familia: Gramínea (Poaceae)
Género: Zea

Clasificación taxonomía del frijol

Nombre común: Frijol
Especie: *Phaseolus vulgaris*
Familia: Fabácea
Subfamilia: Faboideae
Género: Phaseolus
Reino: Plantae

4.9.3. Parcelas divididas en bloques completos

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Propiedades químicas

El pH del suelo donde se realizó el experimento es generalmente ácido con un valor de 4.83 por lo cual el Departamento de agricultura de los Estados Unidos y Raúl zapata en 2014 dice que los pH de 4.5% a 5.0% son muy fuertemente ácidos, determina que los suelos con un pH menor de 5 se encuentran con estado de acides bajo. Según la ICA se debe evitar sembrar frijol en suelos ácidos, con contenidos altos en manganeso y aluminio y bajos en elementos menores. El pH óptimo para frijol está comprendido entre 6,5 y 7,5 aunque es tolerante a pH entre 4,5 y 8,2.

En comparación con otros cultivos, el maíz se adapta bastante bien a la acidez o alcalinidad del terreno. Puede cultivarse con buenos resultados entre pH 5.5 y 7.0 aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 5.5 y 6.5). El maíz se considera medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego. La parte superior de las raíces es la más sensible a los efectos de las sales. El crecimiento de las raíces se ve severamente más afectado por las sales que la parte aérea.

Para Gómez el nitrógeno es un elemento muy importante en el cultivo de frijol pero se debe recordar que el cultivo es capaz de tomarlo del aire mediante los nódulos en su raíz. También necesita cantidades pequeñas de fósforo; sin embargo, este elemento, en la mayoría de los casos, no se encuentra disponible en el suelo. El cultivo tiene necesidades grandes de potasio y calcio y requiere de una relación K/Ca de 15:1 en la parte apical.

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarilla miento) de las hojas más viejas.

Materia Orgánica: Tiene un porcentaje de 4.62 lo que representa un nivel medio para la producción de granos básicos, según la SAG (2011) los niveles de materia orgánica de 3.1% a 5.0% son de un nivel medio para producción de granos básicos, y los niveles altos de materia orgánica mayores de 5.1%. Función de la materia orgánica en el suelo La materia orgánica contribuye al crecimiento vegetal mediante sus efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Tiene función nutricional la que sirve como fuente de N, P para el desarrollo vegetal función biológica la que afecta profundamente las actividades de organismos de microflora y microfauna. función fisica y fisico-química la que promueve una buena estructura del suelo, por lo tanto mejorando la labranza, aereación y retención de humedad e incrementando la capacidad amortiguadora y de intercambio de los suelos.

La materia orgánica tiene efectos tanto directos como indirectos en la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Además de servir como fuente de N, P, S a través de la mineralización por medio de microorganismos del suelo, la materia orgánica influye en la provisión de nutrientes desde otras fuentes (por ejemplo, la materia orgánica es requerida como fuente de energía para bacterias fijadoras de N). Nitrógeno (N): Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, como hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas.

5.2. Macronutrientes

Fósforo: La zona tiene un nivel de fósforo (P) bajo mostrándose un dato de 8.86 ppm pero óptimo para la producción de agrícola. Según la FAO los niveles bajos de fosforo en el suelo se encuentran a datos menores de 10 ppm, y los de nivel medio de 10-20 ppm y en un nivel alto mayores de 21 ppm. En el cultivo de maíz el suministro de P provendría de la difusión en un 80% siendo absorbido desde la solución del suelo como ion ortofosfato o fosfato mono o diácido, contra un gradiente electroquímico, implicando gasto de energía por parte del cultivo. El P absorbido no necesita ser reducido para su asimilación integrándose rápidamente a compuestos orgánicos. El P se acumula en partes vegetativas hasta la floración, para luego ser removilizado hacia los granos en crecimiento. El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima.

El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 %. La producción de fríjol solo o asociado con otros cultivos como el maíz. Son muy apreciados en el nitrógeno, fósforo y azufre inorgánico, sin embargo, contribuye en forma notoria en la capacidad de intercambio catiónico. Fósforo (P): El fósforo da vigor a las raíces. Su déficit afecta a la fecundación y el grano no se desarrolla bien.

Potasio: Según el análisis de suelo obtenido de la zona donde fueron ubicadas las parcelas mostro un dato de 390 ppm siendo un dato de alto contenido de potasio. Para la FHIA los niveles bajos de potasio son de un 98.2 ppm, los medios en un 99-234 y los niveles altos mayores de un 325 ppm. Potasio (K): La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas.

Función del potasio en las plantas absorben el potasio en su forma iónica, K^+. En la fotosíntesis, el potasio regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de CO_2.En las plantas, el potasio desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta. El potasio desempeña un rol importante en la regulación del agua en las plantas (osmo-regulación). Tanto la absorción de agua a través de raíces de las plantas y su pérdida a través de los estomas, se ven afectados por el potasio. El potasio también mejora la tolerancia de la planta al estrés hídrico. La síntesis de proteínas y de almidón en las plantas requiere de potasio. El potasio es esencial en casi todos los pasos de la síntesis de proteínas. En la síntesis de almidón, la enzima responsable del proceso esta activada por el potasio. Activación de enzimas – el potasio tiene un rol importante en la activación de muchas enzimas relacionadas con el crecimiento de la planta.

5.3. Micronutrientes secundario

Calcio: El dato obtenido de Ca en las parcelas es de 200 ppm lo que indica que es un nivel bajo, comparándolo con los datos que representa, donde demuestra que los niveles bajos de calcio están a partir de un 799.0 ppm y los niveles altos mayores de un 6001 ppm. Con el pH que presenta el análisis de suelo el cultivo tiene necesidades grandes de potasio y calcio y requiere de una relación K: Ca de 15:1 en la parte apical. Para Wild el calcio (Ca) es uno de los tres nutrientes secundarios, junto con el magnesio (Mg) y el azufre (S), que requieren las plantas para crecer vigorosamente.

Función del calcio, es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas. Cuando el calcio es deficiente, los tejidos nuevos tales como: las puntas de las raíces, las hojas jóvenes y las puntas de los brotes a menudo presentan un crecimiento distorsionado debido a la formación incorrecta de la pared celular. El calcio también se utiliza para activar ciertas enzimas y enviar señales que coordinan ciertas actividades celulares.

Magnesio: El Mg en las parcelas ubicadas, es de 1200 ppm el nivel de Mg es alto en esta parcela según la interpretación del análisis de suelo. Según Vallejo los niveles bajos de son menores de un 150,0 ppm, los niveles medios de 151 ppm a 250 ppm y los niveles altos mayores que un 251 ppm. El magnesio (Mg) en la nutrición vegetal es comúnmente olvidado a pesar de su gran impacto en el crecimiento de las plantas, diversos mecanismos vitales en las plantas requieren un adecuado suministro de Mg, los más destacados son: formación de raíces, clorofila y fotosíntesis.

El Mg tiene varias funciones clave en las plantas, entre ellos podemos citar, 1) Fotofosforilización (Formación de ATP en los cloroplastos, adenosina Trifosfato, principal reserva de energía en las plantas), 2) Fijación de Bióxido de Carbono CO2 durante la fotosíntesis, 3) Síntesis de proteínas, 4) Formación de clorofila, 5) Transporte del floema (savia elaborada), 6) Particionamiento y utilización de foto asimilados y 7) Foto-oxidación en las hojas (cuadro 4).

Aluminio: El presenta un dato según el análisis de suelo de 80 ppm representando un nivel bajo. Vásquez (2009) la toxicidad por aluminio es el primer factor que limita la producción de cultivos en suelos ácidos.

El aluminio soluble (Al3+) es el factor más limitante del crecimiento y la productividad de los cultivos en los suelos ácidos del mundo. La toxicidad por aluminio afecta a la estructura y funcionamiento de la membrana, la síntesis de ADN, la elongación celular, la nutrición mineral y el metabolismo en general.

Hierro: Según los resultados el Fe presenta un 18.84 ppm. El hierro (Fe) se clasifica como un micronutriente, lo que significa que las plantas lo requieren en cantidades menores comparado con los macronutrientes primarios o secundarios. No deje que la clasificación lo confunda, puesto que el hierro es muy importante para la salud y el crecimiento de las plantas. Dentro de los micronutrientes, el hierro se necesita en grandes cantidades y su disponibilidad depende del pH del sustrato.

Función del hierro es un constituyente de varias enzimas y algunos pigmentos; ayuda a reducir los nitratos y sulfatos y a la producción de energía dentro de la planta. Aunque el hierro no se usa en la síntesis de la clorofila (el pigmento verde de las hojas), es esencial para su formación. Esto explica por qué la deficiencia de hierro manifiesta clorosis en las hojas nuevas.

Zinc: Representa un valor de 4.01 ppm, según Zapata se encuentra en un término medio ya que resultados mayores que 5.5 ppm son niveles muy altos. Zinc (Zn) es uno de los ocho micronutrientes esenciales las plantas, el zinc es un componente clave de muchas enzimas y proteínas. Tiene un papel importante en una amplia gama de procesos, tales como la producción de la hormona de crecimiento y el alargamiento de entrenudos. Ala vez es necesario para las plantas en pequeñas cantidades, pero crucial para su desarrollo. Un suministro adecuado de zinc es esencial para obtener rendimientos rentables. El costo para el agricultor asociado con la pérdida de producción, es mucho mayor que el costo del análisis de suelo y tejido vegetal, así como la aplicación de fertilizantes de zinc.

El cobre de acuerdo al análisis ocupa un valor de 19 ppm con un nivel alto y es uno de los micronutrientes necesarios para las plantas en muy pequeñas dosis. IICA el sustrato, el rango normal es de 0,05-0,5 ppm, mientras que en la mayor parte de los tejidos es de 3-10 ppm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis químico del suelo para la implementación de parcelas en monocultivo y policultivo de maíz y frijol en la comunidad de Santo Tomás Municipio de San Juan Intibucá

Variable	Unidad	Contenido	Unidad	Contenido	Determinación analítica	
pH		4.83		4.83	Bajo	
MO	%	4.62	%	4.62	Medio	
Al	meq/100g suelo	0.3	ppm	80	Bajo	
P	Ppm	8.86	meq/100g suelo	0.08	Bajo	

K	meq/100g suelo	0.54	ppm	390	Alto	
Ca	meq/100g suelo	2.51	ppm	200	Bajo	
Mg	meq/100g suelo	0.71	ppm	1200	Alto	
Fe	Ppm	18.84	meq/100g suelo	0.1	Alto	
Mn	Ppm	95.15	meq/100g suelo	0.35	Alto	
Cu	Ppm	19	meq/100g suelo	0.0006	Alto	
Zn	Ppm	4.01	meq/100g suelo	0.01	Medio	
Acidez. Inter.	meq/100g suelo	0.6	meq/100g suelo	0.6	Bajo	

Cuadro 5. Relaciones catiónicas en el suelo bajo estudio

Relación catiónica							
Municipio	**Comunidad**	**Relación**					
		Ca/Mg		**Ca/K**		**Mg/K**	**(Ca/Mg)/K**
San Juan Intibucá		3.54		4.65		1.31	6.55
		Bajo		Bajo		Bajo	Bajo

Cuando realizamos un análisis de suelo, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), nos expresa la cantidad de cargas negativas que están disponibles en el suelo, principalmente en las arcillas y materia orgánica. En este caso el análisis de suelo muestra que las relaciones catiónicas Ca/Mg es de 3.54 con un nivel bajo, Ca/K 4.65 nivel bajo. Mg/k 1.31 nivel bajo y la relación (Ca/Mg)/K con un nivel bajo también. La mayoría de los autores indican que los valores normales de esta relación estarían entre 2,5-15. Según otros autores puede desarrollar la deficiencia de Mg cuando la relación K/Mg es superior a 3 (o a la inversa Mg/K es inferior a 0,3) (Cuadro 5).

Cuadro 6. Rango de valores de la relación de las bases, según Bertsch y Días el nivel deficiente de la relación de las bases son de 0.1 a 1, el nivel crítico a partir de un 1.1 a 3.5 y para un nivel óptimo mayores de un 3.6

De acuerdo a la relación de la bases indica que tan saturado se encuentra el suelo, que tan acido es el suelo y la disponibilidad de nutrientes y la fertilidad de suelo en general. También permite determinar la capacidad del suelo para actuar como un amortiguador frente a la acumulación de ácido y el potencial de lixiviación de minerales (Cuadro 6).

Relación	Categoría		
	Deficiente	Nivel critico	Óptimo
Ca/Mg	-	3.54	-
Ca/K	-	-	4.65
Mg/K	-	1.31	-
(Ca/Mg)/K	-	-	6.55

5.4. Propiedades físicas del suelo

Características físicas evaluadas en el suelo donde se llevó acabó el experimento: textura franco arcilloso. Suelos franco arcillosos: manchan la mano y se pueden moldear. Los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos. Estructura: según tablas comparativas la parcela de Derman Gómez presenta una estructura granular, lo cual representa que no se presenta un asocio entre los agregados del suelo. Consistencia ligeramente blanda en suelo húmedo y poco firme en suelo seco. Con una densidad aparente de 0.85 g $cm^{-3,}$ por otro lado, el color fue de negro oscuro lo cual significa un suelo con nivel materia orgánica medio.

Entre las características físicas del suelo, las más importantes, desde el punto de vista del maíz y frijol son: Capacidad de retención de agua, Aireación y Temperatura.

Según Carlos (2011) maíz es una planta de gran desarrollo radicular y el frijol de poco desarrollo radicular, por lo tanto necesitan suelos planos y profundos, de textura franca a franco-arcillosa, de buen drenaje y que puedan retener suficientes nutrientes y humedad. En suelos "pesados" (arcillosos) el exceso de humedad por un período prolongado afecta en forma negativa el rendimiento del maizal. Suelos muy arenosos obligan a riesgos más frecuentes por la falta de retención de humedad. El lugar donde se instalaron las parcelas es un centro donde se llevan a cabo experimentos por parte de organización, realizando prácticas de conservación de suelo, de incorporación de biomasa y también siembra de plantas leguminosa para fortalecer dicho suelo de la zona.

Cuadro 7. Clasificación de macro organismos realizada en campo según la FAO, de acuerdo al muestreo de macro organismos.

Conteo de macro organismos			
Numero de muestras	Especie encontradas	Cantidad de lombrices encontradas	Niveles
1	Lombrices	0	Nulo
2	Lombrices	7	Bajo
3	Lombrices	9	Bajo
4	Lombrices	12	Bajo
5	Lombrices	10	Bajo
6	Lombrices	9	Bajo

Lo único encontrado fueron lombrices lo cual significa que es un suelo con nivel medio en materia orgánica y con niveles bajos en materia orgánica

5.5. Índice equivalente de tierra

Cuadro 8. Estimación del índice equivalente de tierra de acuerdo a la producción de maíz y frijol en policultivo y en monocultivo

Estimación del índice equivalente de tierra	**Producción total en Kg con cada abono**			
Cultivo	**Bocashi**	**Lombricompost**	**Gallinaza**	**Testigo Absoluto**
producción de maíz en asocio con frijol	5.15	6.27	7.90	3.11
Producción de frijol en asocio con maíz	0.61	0.71	1.07	0.43
Producción de maíz en monocultivo	7.76	9.06	10.09	4.51
Producción de frijol en monocultivo	0.98	1.11	1.78	0.75
Ypi	**0.66**	**0.69**	**0.78**	**0.69**
Ymi	**0.62**	**0.64**	**0.60**	**0.57**
Índice equivalente de tierra = Σ Ypi/Ymi	**1.29**	**1.33**	**1.38**	**1.26**

Según los resultados obtenidos mediante la fórmula de Gliessman se obtiene mejor índice equivalente de tierra con el abono gallinaza, esto significa que mayor producción y mejor aprovechamiento de tierra en policultivo maíz y frijol con el abono gallinaza con un valor de 1.38.Para el abono bocashi y lombricompost en un término medio, presentando resultados de 1.29 y 1.33, y el que presento resultados más bajos fue el testigo con un valor de 1,268 (Cuadro 8).

Según Gliessman la milpa es un tradicional policultivo Mesoamericano que incluye maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Se caracteriza por una sinergia entre estos tres

cultivos que favorece su rendimiento en conjunto y genera resiliencia ante perturbaciones externas. No obstante, retos actuales ambientales y socio-económicos disminuyen el atractivo de la milpa para los productores por lo que es necesario innovar este sistema de producción sin perder su principal fortaleza, la agro biodiversidad. En un experimento implementado en 2015 en Piedras Blancas, Estado de México, se compararon todas las posibles combinaciones de policultivos de maíz, calabaza y frijol con los monocultivos de cada una de estas plantas.

Todo el manejo fue orgánico y la nutrición se basaba en estiércol compostado de bovino. De todos los tratamientos investigados, la asociación de maíz y frijol demostró la mayor producción total, donde el maíz rindió 7.9 Mg ha^{-1} y el frijol 1.9 Mg ha^{-1}. En este policultivo, cada planta de maíz produjo 68.3 g, 1.2 veces superior al rendimiento por planta en monocultivo; y cada planta de frijol 27.5 g, lo que corresponde a su rendimiento en el monocultivo. Todas las demás combinaciones de cultivos (maíz-frijol) superaron también los respectivos monocultivos en cuanto a su rendimiento total. Se confirmó la sobre cosecha de maíz y frijol asociados comparado con los respectivos monocultivos, lo que subraya el potencial productivo de los sistemas de producción diversificados.

Para Vallejo en el 2009 ninguno de los policultivos logró sobrepasar al monocultivo de mayor valor económico (maíz), pero en 2010 todos los policultivos fueron superiores al monocultivo de mayor valor. En 2009 la eficiencia de uso de nutrientes fue mayor en el monocultivo de maíz, para 2010 fue el policultivo de 75%, relativa y económicamente la reducción y el aumento de 25% de fertilizante en policultivos, obtuvieron ganancias comparándolos con el policultivo 100% (Cuadro).

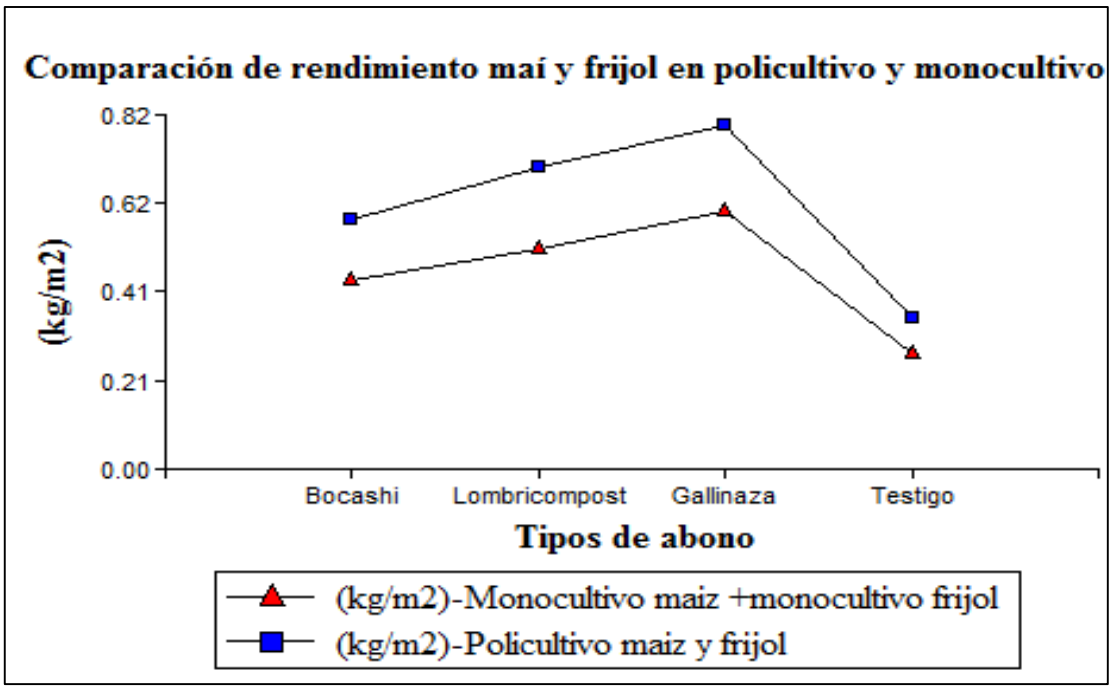


Figura 3. Comportamiento y rendimiento de maíz y frijol en policultivo y monocultivo

Para la SAG (2017) agrego que en maíz se esperaba 14 millones de quintales y al cierre del año pasado se registró 14.9 millones de quintales. Subrayando que los mejores resultados corresponden al cultivo de maíz, con un incremento de 587,000quintales respecto al 2016. En frijol se estimaban entre 2.8 y 3 millones de quintales y las cifras indican que se logró esa cantidad. Salvador Castillo determina que en municipios de Comayagua años anteriores han obtenido buenas producciones de granos básicos en algunos lugares con sistema d riego lograron pantas entre 110 y 120 quintales por hectárea esto en productores campesinos. Para don Salvador Castillo la producción fue 160 a 170 quintales por hectárea.

Comparación del rendimiento en producción policultivo maíz y frijol con monocultivo de maíz más frijol, en la cual refleja que es mejor la producción en policultivo que en monocultivo. Según la SAG la producción en policultivo es mayor ya que en este tipo de asocio hay un mejor aprovechamiento de los nutrientes por parte de la planta, mayor aireación, humedad y un intercambio de algunos nutrientes entre los mismos.

Según los análisis de varianza el uso de los abonos mejora los rendimientos ya sea en monocultivo o en policultivo. Los fertilizantes orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y en caso de su utilización correcta elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas. Ante todo sirven de fuente de nutrientes para los vegetales. Con los fertilizantes orgánicos entran en el suelo todos los elementos nutritivos (macro y micro nutrientes) indispensables para las plantas

Cabe destacar que la gallinaza es también uno de los abonos orgánicos con mayor tasa de mineralización. Esto la hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues tan solo en tres semanas el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75 % aproximadamente. Por citar un ejemplo: si aplicáramos (10 ton) de gallinaza con 80 % de materia seca (8 ton), 4 % de N (320 kg de N orgánico), y con un 75 % de mineralización, tendríamos un aporte de 240 kg de N disponible para el cultivo. Una de las grandes cuestiones al aplicar gallinaza es si el fósforo que contiene está inmediatamente disponible para los cultivos.

Si hay diferencia estadista en la producción de maíz y frijol en policultivo y monocultivo, por lo tanto el testigo fue el más bajo, y en un término medio se encuentra el bocashi lombricompost y el que presento mejores resultados en producción fue la gallinaza madurada. Para Guzmán (2011) la gallinaza es una nueva alternativa de abono orgánico que logra incrementar tanto los rendimientos como los niveles de producción, en cultivos como el maíz y frijol (Anexo 1).

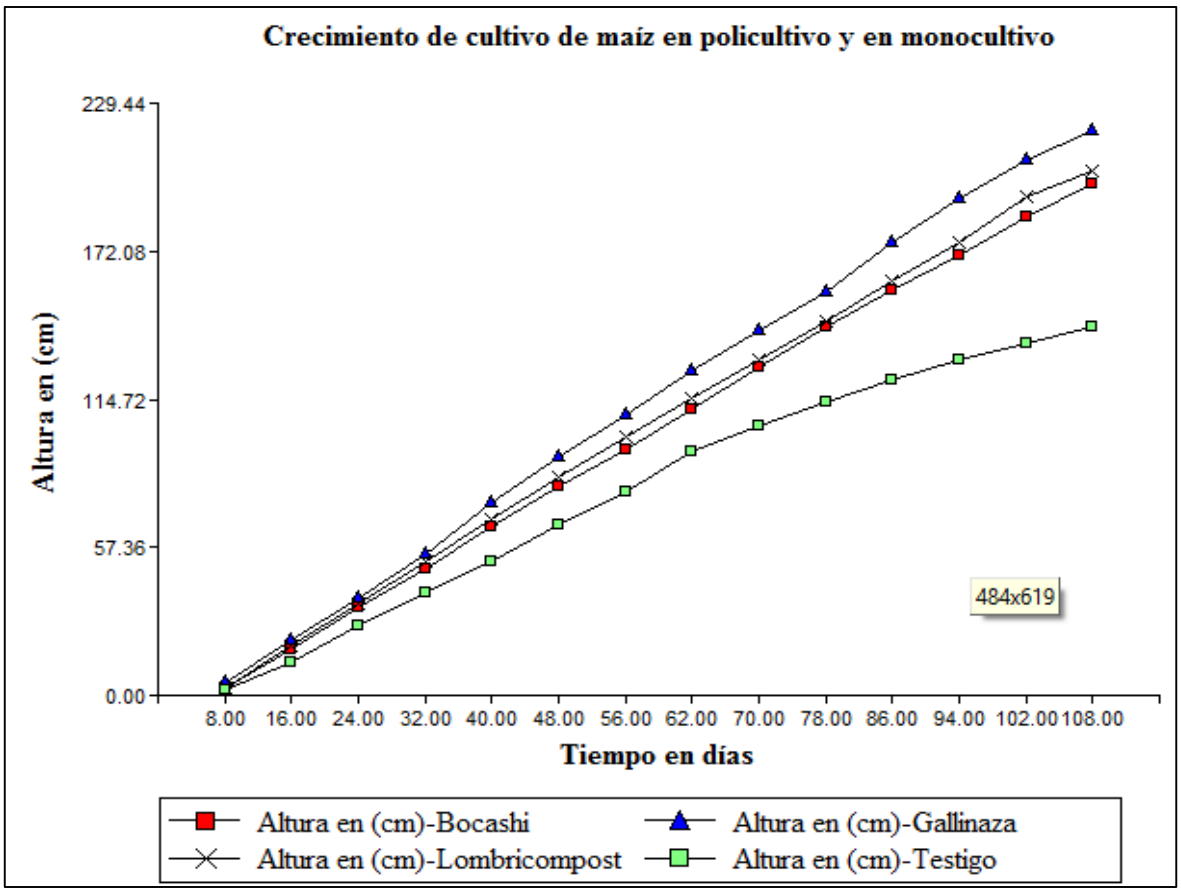


Figura 4. Crecimiento de cultivo de maíz en policultivo y en monocultivo

Se encontró diferencia estadística en el tipo de abono de acuerdo al crecimiento del cultivo de maíz en las pruebas de medias a los primeros 40 días no se encontró diferencia estadística y a partir de los 48 días se presentaron diferencias estadísticas, el testigo con menor crecimiento y el bocashi con lombricompost con término medio en segundo lugar, por lo tanto el abono gallinaza madurada fue el que presento mejores resultados en crecimiento de maíz. Este material tiene grandes ventajas para incrementar la producción y crecimiento de los cultivos, entre las más importantes están: el aporte de nutrientes como N, P y K, e incremento de la materia orgánica del suelo. Así mismo con buen aporte de sales solubles, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo (Anexo 5).

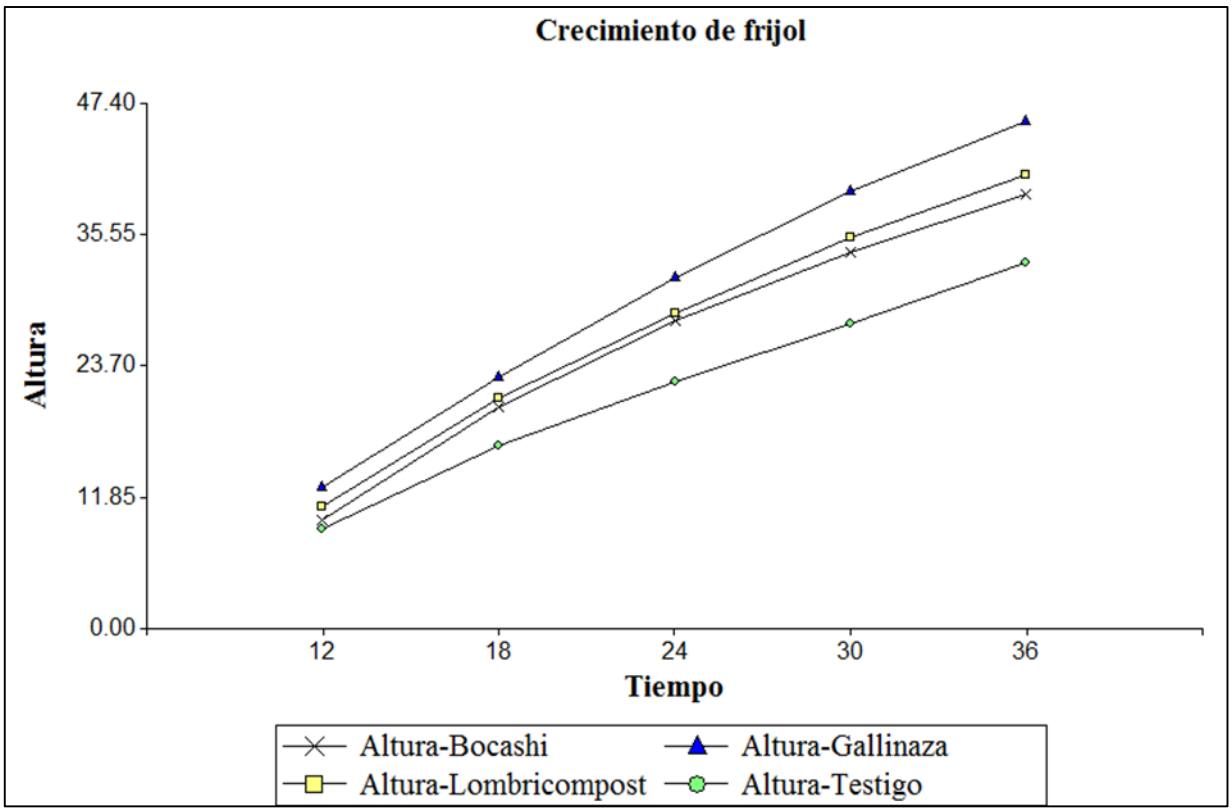


Figura 5. Crecimiento de cultivo de frijol en policultivo y en monocultivo

Se presentó diferencia estadística significativa en el crecimiento del cultivo de frijol según el tipo de abono mostrándose una tendencia al momento de la toma de mediciones.

En cuanto el abono se encontró en la primera medición al día 12 que hay diferencia estadista altamente significativa mostrando mayor crecimiento el frijol con el abono gallinaza. Obteniendo mayor media y el testigo el más bajo, por lo tanto siendo mejores los tres abono que el testigo, a partir de los 30 días se observan interacciones significativas. También se muestra que el frijol en monocultivo obtuvo menor crecimiento que el frijol en asocio.

Para el crecimiento de frijol se encontró que el tipo de asoció no influye en crecimiento, probabilidades mayores que 0.05 (Anexo 4).

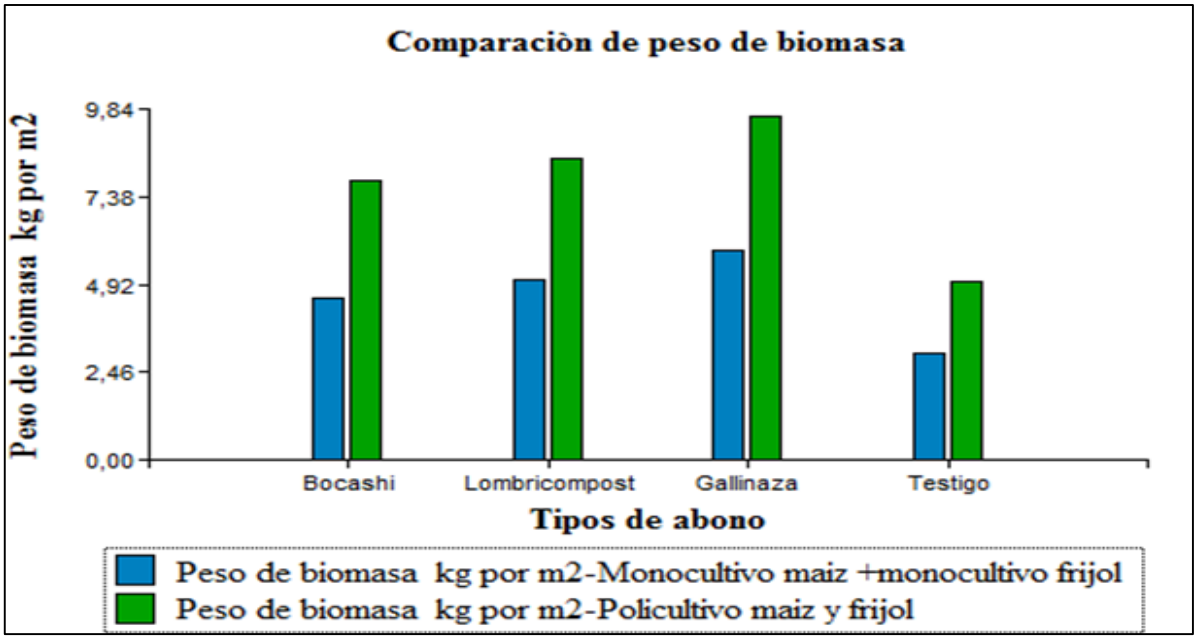


Figura 6. Comparación del peso de biomasa seca por metro cuadrado en policultivo maíz y frijol y monocultivo maíz más frijol, obteniendo mayor cantidad de biomas en asocio que en monocultivo.

Según García (2014) el peso de biomasa aérea del maíz en monocultivo es de 2.2 kg/m^2, en frijol de 1.3 kg/m^2 y en policultivo el maíz obtiene resultados de 3.5 kg/m^2 y el frijol 1.5 a 2 kg/m^2. Esto debido a que el crecimiento es mayor de las plantas en asocio y el policultivo obtiene mayores resultados de biomasa aérea.

Se presentó diferencia estadística significativa en el peso de biomasa en kg por metro cuadrado según el tipo de abono con probabilidad mayor que 0.05, mostrándose en el análisis de varianza que el testigo obtuvo menor peso y el bocashi con lombricompost un peso homogéneo, presentando mejores resultados la gallinaza madurada.

Si hay diferencia estadística en la generación de biomasa en policultivo que en monocultivo, obteniendo mejores resultados en policultivo según la comparación con los dos en monocultivo (Anexo 3).

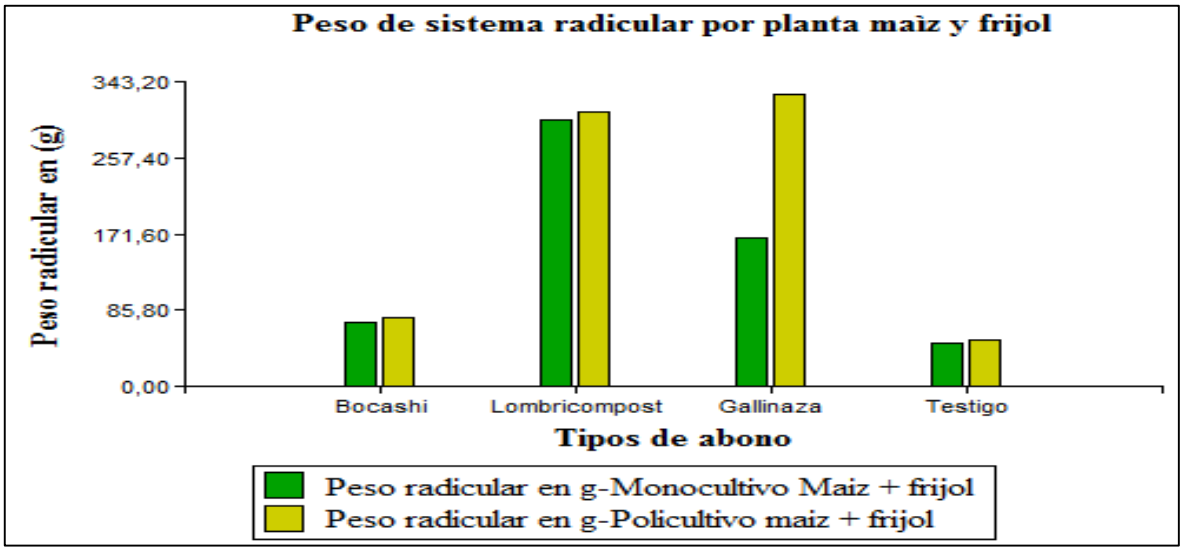


Figura 7. Sistema radicular de maíz y frijol en policultivo y en monocultivo

Si hay diferencia estadística significativa según el tipo de abono en el peso de sistema radicular de los cultivos, es decir no influye el tipo de asocio, presentado mejores resultados la gallinaza madurada que el testigo, y lombricompost mejores resultados que el bocashi por lo tanto son mejores los abonos que el testigo (Anexo 2).

Según Estrada (2012) la gallinaza presento mejores resultados porque tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, sales solubles y materia orgánica por lo tanto ambos cultivos tuvieron mayor crecimiento, producción y mejor desarrollo radicular con este tipo de abono.

5.5. Relación benéfico costo

Según los costos para la elaboración de abonos orgánicos de acuerdo a cada uno de los materiales que se necesitan para su elaboración, el que presenta mayores costo es el abono lombricompost con un total de 1650 lps, los de menor costo es el bocashi con 350 lps y gallinaza con 375 lps (cuadro 9, 10,11,).

Cuadro 9. Materiales utilizados para la elaboración de abono tipo bocashi y costo en lempiras por material

Lista de materiales	**Cantidad**	**Costo por material en (lps)**
Semolina	1 quintal	150
Estiércol de ganado	2 quintales	20
Pulpa de café	2 quintales	20
Carbol	1 quintal	40
Hojarasca	2 quintales	20
Material verde de plantas leguminosas	1 quintal	15
Melaza	1 galón	45
Harina de roca	1 quintal	40
Total		**350**

Cuadro 10. Materiales utilizados para la elaboración de abono tipo compost y costo en lempiras por material

Lista de materiales	**Cantidad**	**Costo por material en (lps)**
Residuos de vegetales	3 quintales	90
Estiércol	3 quintales	30
Pulpa de café	3 quintales	45
Suelos fértil	3 quintales	20
Lombrices	5 libras	1,500
Total		**1650**

Cuadro 11. Materiales utilizados para la elaboración de abono gallinaza y costo en lempiras por material

Lista de materiales	**Cantidad**	**Costo por material en (lps)**
Estiércol de gallina	3 quintales	120
Aserrín	3 quintales	45
Ceniza	1quintales	15
Melaza	1 galón	45
Concentrado o semolina	Medio quintal	150
Total		**375**

Cuadro 12. De acuerdo al establecimiento de las parcelas se generaron mayores costos en las parcelas de monocultivo haciendo una comparación de ambas parcelas con la de policultivo.

Según la cantidad de abono y lempiras en cada uno de los tratamientos el T5 y T11 presentan mayores costos en la producción de maíz y frijol en la compra de los abonos (Cuadro 11).

Relación benefició costó					Total (g) por			
Tratamientos	Cultivo	Número de plantas	Abonos	(g) por planta	Tratamiento	Total libras	Total qq	Total Lps
T1	Monocultivo frijol	33	Lombricompost	280	9240	20.37	0.20	25
T2	Monocultivo maíz	25	Lombricompost	280	7000	15.43	0.15	15
T3	Monocultivo frijol	33	Bocashi	280	9240	20.37	0.20	20

T4	Monocultivo maíz	25	Bocashi	280	7000	15.43	0.15	15
T5	Monocultivo frijol	33	Gallinaza	280	9240	20.37	0.20	30
T6	Monocultivo maíz	25	Gallinaza	280	7000	15.43	0.15	25
T7	Monocultivo frijol	33	Testigo	0	0	-	-	0
T8	Monocultivo maíz	25	Testigo	0	0	-	-	0
T9	Policultivo maíz y frijol	33	Lombricompost	280	9240	20.37	0.20	25
T10	Policultivo maíz y frijol	33	Bocashi	280	9240	20.37	0.20	20
T11	Policultivo maíz y frijol	33	Gallinaza	280	9240	20.37	0.20	30
T12	Policultivo maíz y frijol	33	Testigo	0	0	-	-	0

Cuadro 13. El siguiente cuadro representa los costos en lempiras de la comparación en policultivo maíz y frijol y monocultivo maíz más frijol según el tipo de abono y la cantidad en que se necesita para la producción por hectárea

Según la relación beneficio costo se generan mayores gastos en la compra de abono lombricompost en quintales por hectárea con un valor de 17000 lps en monocultivo y 20000 en policultivo, teniendo beneficios de 20534 en producción monocultivo y 30820 en producción policultivo (Cuadro 13).

Replica	Cultivo	Abono	Numero de plantas	Total qq	Total qq/hectáre	Lps por qq	Total Lps. Cotos	Total (qq) por hectarea	Total Lps.	Relación Beneficio/Costo
1	Monocultivo	Bocashi	29	0.17	170	60	10200	97.46	32161	21961
1	Monocultivo	Lombricomp	29	0.17	170	100	17000	113.74	37534	20534
1	Monocultivo	Gallinaza	29	0.17	170	85	14450	132.22	43632	29182
1	Monocultivo	Testigo	29	0	0	0	0	58.74	19384	19384
1	Policultivo	Bocashi	33	0.2	200	60	12000	127.16	41962	29962
1	Policultivo	Lombricomp	33	0.2	200	100	20000	154	50820	30820
1	Policultivo	Gallinaza	33	0.2	200	85	17000	176	58080	41080
1	Policultivo m	Testigo	33	0	0	0	0	78.76	25990	25990

Cuadro 14. Costos en mana de obra en el establecimiento de las parcelas según actividades realizadas

Para el establecimiento y mantenimiento de las parcelas se valoró la mano de obra según las actividades realizadas durante el experimento, para esto se estimó que las parcelas de monocultivo maíz y frijol generaron más costos que las parcelas en policultivo tanto en trabajo como en mantenimiento. Y a la vez obteniendo mejores resultados en producción en las parcelas en policultivo.

Tabla de mano de obra			
Actividades	Total días	Total Lps	Total lps en hectárea
Limpieza de terreno	1	150	3450
Preparación de suelo	2	300	6900
Ubicación de las parcelas	1	150	3450
Primera fertilización	1	150	3450
Siembra de la semilla	1	150	3450
Fumigación	1	150	3450
Segunda fertilización	1	150	3450
Manejo de arvenses	1	150	3450
Fumigación	1	150	3450
Tercera fertilización	1	150	3450

Manejo de arvenses	1	150	3450
Fumigación	1	150	3450
Cuarta fertilización	1	150	3450
Manejo de arvenses	1	150	3450
Recolección de frijol	1	150	3450
Dobla de maíz	1	150	3450
Producción de maíz	1	150	3450
Total	**18**	**2700**	**62100**
Total en monocultivo de maíz			**20700**
Total en monocultivo de frijol			**20700**
Total en policultivo maíz y frijol			**20700**

Cuadro 15. Resultado de análisis beneficio costo

Parcelas	Costos total por manejo	Rendimiento en (qq)	Ingresos	Beneficio netos	R-B/C
Monocultivo maíz y frijol	**20700**				
Parcela con abono Bocashi	30900	97,46	32161	1261	96,42
Parcela con abono Lombricompost	37700	113,74	37534	-166	113,74
Parcela con abono gallinaza	35150	132,22	43632	8482	131,98
Parcela Testigo	20700	58,74	19384	-1316	58,80
Policultivo maíz y frijol	**20700**				
Parcela con abono Bocashi	32700	127,16	41962	9262	126,88
Parcela con abono Lombricompost	22700	154	50820	28120	152,76
Parcela con abono gallinaza	37700	176	58080	20380	175,46
Parcela Testigo	20700	78,76	25990	5290	78,50

V. CONCLUSIONES

1. La relación de los niveles de fertilidad MO, K, Ca, Mg y P, son de un nivel adecuado para la producción de granos básicos ya que estos elementos presentan valores eficientes según el análisis de suelo.

2. Desde el punto de vista productivo, la dosis de 280 g de gallinaza por postura es la que produce mejores rendimientos ya sea en monocultivo y policultivo de maíz y frijol.

3. El cultivar en policultivo con el abono gallinaza es una alternativa de aprovechamiento del suelo y de mayor rendimiento en producción para aquel productor que practica el monocultivo en grandes extensión.

4. En la elaboración de abonos orgánicos se obtiene menores costos con el abono bocashi y gallinaza, así mismo la mejor sostenibilidad en producción y la mejor relación beneficio/costo con el abono gallinaza.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar futuros estudios tendientes a producir gallinaza madurada que contengan los niveles de fosforo, potasio y nitrógeno, que permitan suplir las necesidades de estos nutrientes en la producción orgánica de maíz y frijol.

2. Realizar estudios de mercado de producción orgánica de maíz y frijol a nivel nacional para establecer los volúmenes reales de producción, y determinar la potencialidad de comercialización que tienen estos cultivos.

3. Enviar las muestras de los abonos al laboratorio para determinar el contenido de elementos que contiene cada uno de ellos.

4. Para próximas investigaciones será importante realizar análisis foliar, para determinar y comparar el micro elementos que influyen en la variable de rendimiento evaluado.

ALAS (Asesoría Legal agropecuaria).2009.Reglamento sobre la agricultura orgánica. Costa rica. 38 p.

ALTIERI, M.A.1009. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en américa latina. Agroecología y desarrollo. 1:25-36.

ALTIERI, M.A.1992.Biodiversidad agroecológica y manejo de plagas CETAL Ediciones, Valparaíso chile.

Añasco, A. 2,005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie Agricultura Orgánica. Eds. CEDECO. OIT- San José Costa Rica. 65 p.

BENEGAS, AYE.1998. Efecto del bocashi y el compost en la nutrición de maíz, variedad FHIA-25. Tesis Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho, Honduras, Escuela Nacional de Agricultura (ENA).47P.

BIOAGRO, S. R. L. 2,005. Análisis de micronutrientes para abono orgánico compost. Consultado el 27 Octubre de 2,009. Disponible en http//www.Bioagro.com./abonos/micronutrientes compostaje. ur.

Brizuela, L.B. 1987. Guía Técnica para la Producción de Maíz en Honduras. Programa Nacional de Maíz. Omonita, Cortés

Banco Mundial. 2014. Indicadores de Desarrollo mundial (en línea). Consultado el 2 de octubre de 2015 http://data.worldbank.org/country/honduras?display=graph

CASTAÑO, GR. 2001. Agricultura orgánica: Insecticidas fungicidas biológicos, abonos orgánicos y caldos microbianos. 6 ed. 176 p.

CIAT. 1995. Frijol. Investigación y producción. Cali, Colombia. 417p.

CIMMYT-PURDIE.1994.Maiz de alta calidad proteica.Limusa.Mexico.553 P.

Dewis J; Freitas F.1984. Métodos físicos y químicos para análisis de suelo y agua. FAO. Roma, Italia. 252p

FHIA.2010.Programa de semillas: Informe técnico.2001. La lima cortes.31p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación). 1993. El maíz en la nutrición humana. FAO: Alimentación y nutrición. Roma, Italia. 167 p.

GOMEZ, J. 2000. Abonos orgánicos, Cali, Colombia.167 p.

GÓMEZ P. 1996.Agricultura orgánica. Experiencia Dinamarquesa. En Campo y Tecnología. No. 29. Ed.INTA.

Gliessman, S. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 243 p.

García, MT.2001. Evaluación de la adaptación de seis especies de leguminosas de cobertura. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras, ENA.40 p.

Hudson N. 2006. Soil conservación. Trad. B T Bastford.Ed en español. Reverte. Barcelona España. 337p.

IICA. (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura). 1985. Física de los suelos: manual de laboratorio. Ed Julio b. 2da Edición. San José, Costa Rica.295p.

Ibáñez J. 2011. Lombrices terrestres de tierra: Grupos ecológicos (En línea).Valencia, España. Consultado Formato Disponible en http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/08/31/138383

Kolman, E, Velásquez, D, 1996.manual de agricultura orgánica, Nicaragua. 219p.

Llanos, M. C., 1984. El Maíz, su Cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Castellón. 37 Madrid-1.

Programa de Apoyo a la Seguridad alimentaria en Honduras (PASAH). 2009. Situación actual de la seguridad alimentaria en Honduras. 84 p.

RESTREPO, RR. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: Experiencia con agricultores en macedonia y Brasil. San José, Costa Rica. 157 p.

Restrepo, J. 1,998. El suelo, la vida y los Abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. SIMAS. Managua, Nicaragua. 86 p.

PRIMAVESI, A.2011. Nobel, Agricultura sustentable en milpa. Manual de producción rural. México. 142p.

Restrepo, J. 1,996. Abonos orgánicos fermentados, experiencia de agricultores de Centro América y Brasil. Editorial CEDECO – OIT. San José Costa Rica. 51 p.

Restrepo, R.R.2001.Elaboracion de abonos orgánicos fermentados y fertilizantes foliares: Experiencias con agricultores en Mesoamérica Brasil. San Jose,Costa Rica.157 p.

Secretaria de Agricultura y Ganadería. 2013. Manual para el cultivo del maíz en Honduras. Tegucigalpa, Honduras, Secretaria de Agricultura y Ganadería. 27 p.

Secretaria de Recursos Naturales. 1989. "Oferta Tecnológica para Producción de Granos Básicos (maíz y fríjol)". Seminario-Taller.

Secretaria de Salud de Honduras. 1999. Serie Crónicas de Desastres Huracán Mitch en Honduras 1998. Tegucigalpa, Honduras. 14 p.

VASQUEZ, B.Y.1998. Efecto del Bocashi en la nutrición del maíz dulce variedades FHIA H-25. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Nacional de Agricultura. Catacamas Olancho. Honduras. 51 p.

Vallejo F. y Estrada E. 2004. Producción de Hortalizas de Clima Cálido. Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira. 269 p.

Wild A .1988. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Rusell. Mundi-prensa. Madrid, España. 1021p.

ANEXOS

Anexos 1. Análisis de varianza para la variable producción de maíz y frijol

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Altura en (cm)	**16**	**1.00**	**1.00**	**4.20E-01**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)			
Modelo.	1.74E+08	9	19355422	10011.425	7.91E-12				
Cultivo	38937600	1	38937600	501.7732	0.001987	(Cultivo>Replica)			
Cultivo>Replica	155200	2	77600	40.137931	0.0003363	E.E			
Abono	1.32E+08	3	43970200	22743.207	1.49E-12	22	A		
Cultivo*Abono	3195400	3	1065133.3	550.93103	1.03E-07	22		B	
Error	11600	6	1933.3333	12065	4	22			C
Total	1.74E+08	15		13915	4	22			

Tratamiento	Medias	n	E.E			
Testigo	6170	4	22	A		
Bocashi	10130	4	22		B	
Lombricompost	12065	4	22			C
Gallinaza	13915	4	22			

Cultivo	Medias	n	E.E		
Monocultivo maíz + monocultivo	9010	8	98.5	A	
Policultivo maíz y frijol	12130	8	98.5		B

Anexos 2 Análisis de varianza de sistema radicular de maíz y frijol en policultivo y en monocultivo

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Peso de sistema radicular en g (cm)	**32**	**0.26**	**0.15**	**1.24E- 02**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	129822.13	4	32455.5334	2.39401813	0.07529684	

Abono	Medias	n	E.E.		
Monocultivo maíz +monocultivo	4.39	8	0.25	A	
Policultivo maíz y frijol	7.44	8	0.25		B

Cultivo>Replica	661.57	1	661.570313	0.04879942	0.82682773	(Cultivo>Replica)
Abono	129160.56	3	43053.5211	3.1757577	0.04011093	
Cultivo*Abono	0	0	0			
Error	366037.08	27	13556.9288			
Total	495859.21	31				

Anexos 3. Análisis de varianza de biomasa área en monocultivo y policultivo

Variable	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
Peso de biomasa Kg por m^2	**16**	**1 . 00**	**1 . 00**	**1 . 29**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	69.43	9	7.7149924	1331.60602	3.36E-09	
Cultivo	37.24	1	37.240506	72.695431	0.01347854	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	1.02	2	0.5122812	88.4196332	3.53E-05	
Abono	29.44	3	9.8133104	1693.77526	3.59E-09	
Cultivo*Abono	1.73	3	0.5766437	99.5285868	1.66E-05	
Error	0.03	6	0.0057937			
Total	69.47	15				

Abono	Medias	n	E.E.				
Testigo	3.77	4	0.04	A			
Bocashi	5.91	4	0.04		B		
Lombricompost	6.51	4	0.04			C	
Gallinaza	7.47	4	0.04				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.							
Monocultivo maíz + monocultivo	Testigo	2.79	2	0.1	A						
Monocultivo maíz + monocultivo	Bocashi	4.27	2	0.1		B					

Policultivo maíz y frijol	Testigo	4.75	2	0.1			C				
Monocultivo maíz + monocultivo	Lombricompost	4.9	2	0.1			C				
Monocultivo maíz + monocultivo	Gallinaza	5.59	2	0.1				D			
Policultivo maíz y frijol	Bocashi	7.54	2	0.1					E		
Policultivo maíz y frijol	Lombricompost	8.12	2	0.1						F	
Policultivo maíz y frijol	Gallinaza	9.34	2	0.1							G

Anexos 4. Análisis de varianza de crecimiento de frijol

Tiempo	**Variable**	**N**	**RE**	**RE**	**Aj**	**CV**
12	**Altura en (cm)**	**16**	**0.94**	**0.85**	**6.66**	

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E								
Monocultivo maíz + monocultivo	Testigo	5260	2	31.09	A							
Policultivo maíz y frijol	Testigo	7080	2	31.09		B						
Monocultivo maíz + monocultivo	Bocashi	8740	2	31.09			C					
Monocultivo maíz + monocultivo	Lombricompost	10170	2	31.09				D				
Policultivo maíz y frijol	Bocashi	11520	2	31.09					E			
Monocultivo maíz + monocultivo	Gallinaza	11870	2	31.09						F		
Policultivo maíz y frijol	Lombricompost	13960	2	31.09							G	
Policultivo maíz y frijol	Gallinaza	15960	2	31.09								H

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	46.75	9	5.19444444	10.3888889	0.00500333	
Cultivo	2.25	1	2.25	0.5	0.5527864	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	9	2	4.5	9	0.015625	
Abono	32.25	3	10.75	21.5	0.00130465	
Cultivo*Abono	3.25	3	1.08333333	2.16666667	0.19304878	
Error	3	6	0.5			
Total	49.75	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Monocultivo frijol	10.25	8	0.75	A
Frijol en asocio	11	8	0.75	A

Cultivo	Replica	Medias	n	E.E.		
Monocultivo frijol	2	9.5	4	0.35	A	
Frijol en asocio	2	10.25	4	0.35	A	B
Monocultivo frijol	1	11	4	0.35	A	B
Frijol en asocio	1	11.75	4	0.35		B

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.			
Monocultivo frijol	Testigo	8.5	2	0.5	A		
Frijol en asocio	Testigo	9.5	2	0.5	A	B	
Monocultivo frijol	Bocashi	9.5	2	0.5	A	B	
Frijol en asocio	Bocashi	10	2	0.5	A	B	C
Monocultivo frijol	Lombricompost	10	2	0.5	A	B	C
Frijol en asocio	Lombricompost	12	2	0.5		B	C
Frijol en asocio	Gallinaza	12.5	2	0.5		B	C
Monocultivo frijol	Gallinaza	13	2	0.5			C

Tiempo	**Variable**	**N**	**RE**	**RE Aj**	**CV**
18	**Altura en (cm)**	**16**	**0.97**	**0.92**	**4.89**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	176.25	9	19.58333333	20.43478261	0.00077759	
Cultivo	6.25	1	6.25	0.15015015	0.735741789	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	83.25	2	41.625	43.43478261	0.000269671	
Abono	81.5	3	27.16666667	28.34782609	0.000610433	
Cultivo*Abono	5.25	3	1.75	1.826086957	0.242815314	
Error	5.75	6	0.958333333			
Total	182	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Monocultivo frijol	19.38	8	2.28	A
Frijol en asocio	20.63	8	2.28	A

Cultivo	Replica	Medias	n	E.E.		
Monocultivo frijol	2	17.5	4	0.49	A	
Frijol en asocio	2	18	4	0.49	A	
Monocultivo frijol	1	21.25	4	0.49		B
Frijol en asocio	1	23.25	4	0.49		B

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.			
Monocultivo frijol	Testigo	16	2	0.69	A		
Frijol en asocio	Testigo	17	2	0.69	A	B	
Monocultivo frijol	Bocashi	19	2	0.69	A	B	C
Monocultivo frijol	Lombricompost	19.5	2	0.69	A	B	C
Frijol en asocio	Bocashi	21	2	0.69		B	C
Frijol en asocio	Lombricompost	22	2	0.69			C
Frijol en asocio	Gallinaza	22.5	2	0.69			C
Monocultivo frijol	Gallinaza	23	2	0.69			C

Tiempo	**Variable**	**N**	**RE**	**RE Aj**	**CV**
24	**Altura en (cm)**	**16**	**0.98**	**0.95**	**3.27**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	261.06	9	29.0069444	35.7008547	0.00015736	
Cultivo	7.56	1	7.5625	0.24543611	0.6693878	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	61.63	2	30.8125	37.9230769	0.00039397	
Abono	186.69	3	62.2291667	76.5897436	3.57E-05	
Cultivo*Abono	5.19	3	1.72916667	2.12820513	0.19795968	
Error	4.88	6	0.8125			
Total	265.94	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Monocultivo frijol	26.88	8	1.96	A
Frijol en asocio	28.25	8	1.96	A

Cultivo	Replica	Medias	n	E.E.		

Monocultivo frijol	2	25.25	4	0.45	A	
Frijol en asocio	2	26	4	0.45	A	
Monocultivo frijol	1	28.5	4	0.45		B
Frijol en asocio	1	30.5	4	0.45		B

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Monocultivo frijol	Testigo	21.5	2	0.64	A			
Frijol en asocio	Testigo	23	2	0.64	A	B		
Monocultivo frijol	Bocashi	26.5	2	0.64		B	C	
Monocultivo frijol	Lombricompost	27.5	2	0.64			C	
Frijol en asocio	Bocashi	29	2	0.64			C	D
Frijol en asocio	Lombricompost	29.5	2	0.64			C	D
Frijol en asocio	Gallinaza	31.5	2	0.64				D
Monocultivo frijol	Gallinaza	32	2	0.64				D

Tiempo	**Variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
30	**Altura en (cm)**	**16**	**0.99**	**0.98**	**2.20**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	383	9	42.5555556	127.666667	3.71E-06	
Cultivo	9	1	9	0.72	0.48550424	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	25	2	12.5	37.5	0.00040644	
Abono	333.5	3	111.166667	333.5	4.62E-07	
Cultivo*Abono	15.5	3	5.16666667	15.5	0.003122	
Error	2	6	0.33333333			
Total	385	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Monocultivo frijol	33.13	8	1.44	A
Frijol en asocio	35	8	1.44	A

Cultivo	Replica	Medias	n	E.E.			
Monocultivo frijol	2	31.75	4	0.38	A		
Frijol en asocio	2	33.5	4	0.38	A	B	
Monocultivo frijol	1	34.5	4	0.38		B	
Frijol en asocio	1	36.5	4	0.38			C

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Monocultivo frijol	Testigo	26	2	0.53	A			
Frijol en asocio	Testigo	29	2	0.53	A			
Monocultivo frijol	Bocashi	33	2	0.53		B		
Monocultivo frijol	Lombricompost	33.5	2	0.53		B		
Frijol en asocio	Bocashi	35	2	0.53		B	C	
Frijol en asocio	Lombricompost	37	2	0.53			C	D
Frijol en asocio	Gallinaza	39	2	0.53				D
Monocultivo frijol	Gallinaza	40	2	0.53				D

Tiempo	**Variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
36	**Altura en (cm)**	**16**	**0.99**	**0.99**	**1.45**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	383	9	42.55555556	127.6666667	3.71E-06	
Cultivo	9	1	9	0.72	0.485504245	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	25	2	12.5	37.5	0.000406442	
Abono	333.5	3	111.1666667	333.5	4.62E-07	
Cultivo*Abono	15.5	3	5.166666667	15.5	0.003122003	
Error	2	6	0.333333333			
Total	385	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Monocultivo frijol	39	8	1.25	A
Fijol en asocio	40.5	8	1.25	A

Cultivo	Replica	Medias	n	E.E.			
Monocultivo frijol	2	37.75	4	0.29	A		
Frijol en asocio	2	39.25	4	0.29		B	
Monocultivo frijol	1	40.25	4	0.29		B	
Frijol en asocio	1	41.75	4	0.29			C

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.					
Monocultivo frijol	Testigo	31	2	0.41	A				
Fijol en asocio	Testigo	35	2	0.41		B			
Monocultivo frijol	Bocashi	38.5	2	0.41			C		
Monocultivo frijol	Lombricompost	40	2	0.41			C	D	

Frijol en asocio	Bocashi	40	2	0.41			C	D	
Frijol en asocio	Lombricompost	42	2	0.41				D	
Frijol en asocio	Gallinaza	45	2	0.41					E
Monocultivo frijol	Gallinaza	46.5	2	0.41					E

Anexos 5. Análisis de varianza de crecimiento de maíz

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
8	**Altura en (cm)**	**16**	**1 . 00**	**1 . 00**	**0**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	21.75	9	2.41666667			
Cultivo	0.25	1	0.25			(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	0	2	0			
Abono	20.75	3	6.91666667			
Cultivo*Abono	0.75	3	0.25			
Error	0	6	0			
Total	21.75	15				

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
16	**Altura en (cm)**	**16**	**1 . 00**	**0.99**	**1.41**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	155.06	9	17.2291667	275.666667	3.74E-07	
Cultivo	7.56	1	7.5625	121	0.0081634	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	0.13	2	0.0625	1	0.421875	
Abono	141.69	3	47.2291667	755.666667	4.02E-08	
Cultivo*Abono	5.69	3	1.89583333	30.3333333	0.00050555	
Error	0.37	6	0.0625			
Total	155.44	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.		
Maíz en asocio	17	8	0.09	A	

Monocultivo maíz	18.38	8	0.09		B

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	13	4	0.13	A			
Bocashi	17.5	4	0.13		B		
Lombricompost	19.25	4	0.13			C	
Gallinaza	21	4	0.13				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Monocultivo maíz	Testigo	13	2	0.18	A			
Maíz en asocio	Testigo	13	2	0.18	A			
Maíz en asocio	Bocashi	16	2	0.18		B		
Monocultivo maíz	Bocashi	19	2	0.18			C	
Maiz en asocio	Lombricompost	19	2	0.18			C	
Monocultivo maíz	Lombricompost	19.5	2	0.18			C	
Maíz en asocio	Gallinaza	20	2	0.18			C	
Monocultivo maíz	Gallinaza	22	2	0.18				D

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
24	**Altura en (cm)**	**16**	**0.99**	**0.98**	**1.66**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	279.56	9	31.0625	99.4	7.79E-06	
Cultivo	5.06	1	5.0625	16.2	0.05654365	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	0.63	2	0.3125	1	0.421875	
Abono	270.69	3	90.2291667	288.733333	7.10E-07	
Cultivo*Abono	3.19	3	1.0625	3.4	0.09433544	
Error	1.88	6	0.3125			
Total	281.44	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio	33.13	8	0.2	A
Monocultivo maíz	34.25	8	0.2	A

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	27	4	0.28	A			
Bocashi	34	4	0.28		B		

Lombricompost	35.75	4	0.28			C	
Gallinaza	38	4	0.28				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Monocultivo maíz	Testigo	27	2	0.4	A			
Maíz en asocio	Testigo	27	2	0.4	A			
Maíz en asocio	Bocashi	33	2	0.4		B		
Monocultivo maíz	Bocashi	35	2	0.4		B	C	
Maíz en asocio	Lombricompost	35.5	2	0.4			C	
Monocultivo maíz	Lombricompost	36	2	0.4			C	
Maíz en asocio	Gallinaza	37	2	0.4			C	D
Monocultivo maíz	Gallinaza	39	2	0.4				D

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
32	**Altura en (cm)**	**16**	**1 . 00**	**0.99**	**1.15**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	500.56	9	55.6180556	177.977778	1.38E-06	
Cultivo	14.06	1	14.0625	45	0.02150789	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	0.63	2	0.3125	1	0.421875	
Abono	474.69	3	158.229167	506.333333	1.33E-07	
Cultivo*Abono	11.19	3	3.72916667	11.9333333	0.00611065	
Error	1.88	6	0.3125			
Total	502.44	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.		
Maíz en asocio	47.88	8	0.2	A	
Monocultivo maíz	49.75	8	0.2		B

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	40	4	0.28	A			
Bocashi	49	4	0.28		B		
Lombricompost	51.75	4	0.28			C	
Gallinaza	54.5	4	0.28				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Monocultivo maíz	Testigo	40	2	0.4	A			

Maíz en asocio	Testigo	40	2	0.4	A			
Maíz en asocio	Bocashi	47	2	0.4		B		
Monocultivo maíz	Bocashi	51	2	0.4			C	
Maíz en asocio	Lombricompost	51.5	2	0.4			C	
Monocultivo maíz	Lombricompost	52	2	0.4			C	
Maíz en asocio	Gallinaza	53	2	0.4			C	
Monocultivo maíz	Gallinaza	56	2	0.4				D

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
40	**Altura en (cm)**	**16**	**1. 00**	**1 . 00**	**0**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	1161.75	9	129.083333			
Cultivo	42.25	1	42.25			(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	0	2	1.87E-16			
Abono	1086.75	3	362.25			
Cultivo*Abono	32.75	3	10.9166667			
Error	0	6	0			
Total	1161.75	15				

Tiempo	**variable**	**N**	**RE**	**RE Aj**	**CV**
48	**Altura en (cm)**	**16**	**1. 00**	**1. 00**	**0.31**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	1546.56	9	171.840278	2749.44444	3.82E-10	
Cultivo	33.06	1	33.0625	529	0.00188502	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	0.13	2	0.0625	1	0.421875	
Abono	1485.19	3	495.0625	7921	3.52E-11	
Cultivo*Abono	28.19	3	9.39583333	150.333333	4.93E-06	
Error	0.37	6	0.0625			
Total	1546.94	15				

Cultivo		Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio		79.63	8	0.09	A
Monocultivo maíz		82.5	8	0.09	

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	66	4	0.13	A			
Bocashi	81	4	0.13		B		
Lombricompost	84.75	4	0.13			C	
Gallinaza	92.5	4	0.13				D

Abono	Medias	n	E.E.					
Testigo	66	2	0.18	A				
Testigo	66	2	0.18	A				
Bocashi	78	2	0.18		B			
Bocashi	84	2	0.18			C		
Lombricompost	84.5	2	0.18			C		
Lombricompost	85	2	0.18			C		
Gallinaza	90	2	0.18				D	
Gallinaza	95	2	0.18					E

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
56	**Altura en (cm)**	**16**	**1. 00**	**0.99**	**1.27**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	2007.56	9	223.0625	150.802817	2.26E-06	
Cultivo	22.56	1	22.5625	9.75675676	0.08901973	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	4.63	2	2.3125	1.56338028	0.28412129	
Abono	1930.69	3	643.5625	435.084507	2.09E-07	
Cultivo*Abono	49.69	3	16.5625	11.1971831	0.00716697	
Error	8.88	6	1.47916667			
Total	2016.44	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio	94.63	8	0.54	A
Monocultivo maíz	97	8	0.54	A

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	78.75	4	0.61	A			
Bocashi	95.5	4	0.61		B		
Lombricompost	100	4	0.61			C	
Gallinaza	109	4	0.61				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Monocultivo maíz	Testigo	77.5	2	0.86	A			
Maíz en asocio	Testigo	80	2	0.86	A			
Maíz en asocio	Bocashi	92	2	0.86		B		
Monocultivo maíz	Bocashi	99	2	0.86			C	
Maíz en asocio	Lombricompost	99.5	2	0.86			C	
Monocultivo maíz	Lombricompost	100.5	2	0.86			C	
Maíz en asocio	Gallinaza	107	2	0.86				D
Monocultivo maíz	Gallinaza	111	2	0.86				D

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
62	**Altura en (cm)**	**16**	**1. 00**	**0.99**	**0.77**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	2175.56	9	241.729167	331.514286	2.16E-07	
Cultivo	60.06	1	60.0625	56.5294118	0.01723393	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	2.13	2	1.0625	1.45714286	0.30492575	
Abono	2084.19	3	694.729167	952.771429	2.01E-08	
Cultivo*Abono	29.19	3	9.72916667	13.3428571	0.0046019	
Error	4.37	6	0.72916667			
Total	2179.94	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.		
Maíz en asocio	109.5	8	0.36	A	
Monocultivo maíz	113.38	8	0.36		B

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	94.25	4	0.43	A			
Bocashi	110.5	4	0.43		B		
Lombricompost	115	4	0.43			C	
Gallinaza	126	4	0.43				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.					
Maíz en asocio	Testigo	94	2	0.6	A				
Monocultivo maiz	Testigo	94.5	2	0.6	A				

Maíz en asocio	Bocashi	107	2	0.6		B			
Monocultivo maíz	Bocashi	114	2	0.6			C		
Maíz en asocio	Lombricompost	114	2	0.6			C		
Monocultivo maíz	Lombricompost	116	2	0.6			C		
Maíz en asocio	Gallinaza	123	2	0.6				D	
Monocultivo maíz	Gallinaza	129	2	0.6					E

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
70	**Altura en (cm)**	**16**	**0.99**	**0.97**	**1.85**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	2979.25	9	331.027778	61.1128205	3.27E-05	
Cultivo	72.25	1	72.25	3.4	0.206507952	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	42.5	2	21.25	3.92307692	0.08137037	
Abono	2832.25	3	944.083333	174.292308	3.18E-06	
Cultivo*Abono	32.25	3	10.75	1.98461538	0.217799469	
Error	32.5	6	5.41666667			
Total	3011.75	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio	123.75	8	1.63	A
Monocultivo maíz	128	8	1.63	A

Abono	Media	n	E.E.			
Testigo	104.75	4	1.16	A		
Bocashi	127.5	4	1.16		B	
Lombricompost	129.75	4	1.16		B	
Gallinaza	141.5	4	1.16			C

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Maíz en asocio	Testigo	104	2	1.65	A			
Monocultivo maíz	Testigo	105.5	2	1.65	A			
Maíz en asocio	Bocashi	123	2	1.65		B		
Maíz en asocio	Lombricompost	128	2	1.65		B		
Monocultivo maíz	Lombricompost	131.5	2	1.65		B	C	
Monocultivo maíz	Bocashi	132	2	1.65		B	C	
Maíz en asocio	Gallinaza	140	2	1.65			C	D

Monocultivo maíz	Gallinaza	143	2	1.65				D

Tiempo	variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
78	**Altura en (cm)**	**16**	**1.00**	**0.99**	**1.29**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	4102.56	9	455.840278	141.163441	2.75E-06	
Cultivo	76.56	1	76.5625	2.42574257	0.2596633	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	63.13	2	31.5625	9.77419355	0.01295279	
Abono	3937.69	3	1312.5625	406.470968	2.56E-07	
Cultivo*Abono	25.19	3	8.39583333	2.6	0.14731701	
Error	19.38	6	3.22916667			
Total	4121.94	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio	137.25	8	1.99	A
Monocultivo maíz	141.63	8	1.99	A

Abono	Media	n	E.E.			
Testigo	113.75	4	0.9	A		
Bocashi	142.75	4	0.9		B	
Lombricompost	145	4	0.9		B	
Gallinaza	156.25	4	0.9			C

Abono	Medias	n	E.E.					
Testigo	113.5	2	1.27	A				
Testigo	114	2	1.27	A				
Bocashi	139	2	1.27		B			
Lombricompost	142.5	2	1.27		B	C		
Bocashi	146.5	2	1.27		B	C	D	
Lombricompost	147.5	2	1.27			C	D	
Gallinaza	154	2	1.27				D	E
Gallinaza	158.5	2	1.27					E

Tiempo	variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
86	**Altura en (cm)**	**16**	**1.00**	**0.99**	**1.37**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	6472.25	9	719.138889	161.302181	1.85E-06	
Cultivo	182.25	1	182.25	3.27640449	0.21199365	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	111.25	2	55.625	12.4766355	0.0072834	
Abono	6110	3	2036.66667	456.82243	1.81E-07	
Cultivo*Abono	68.75	3	22.9166667	5.14018692	0.04270234	
Error	26.75	6	4.45833333			
Total	6499	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio	150.38	8	2.64	A
Monocultivo maíz	157.13	8	2.64	A

Abono	Media	n	E.E.			
Testigo	122.25	4	1.06	A		
Bocashi	156.75	4	1.06		B	
Lombricompost	160.25	4	1.06		B	
Gallinaza	175.75	4	1.06			C

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Maíz en asocio	Testigo	121	2	1.49	A			
Monocultivo maíz	Testigo	123.5	2	1.49	A			
Maíz en asocio	Bocashi	150	2	1.49		B		
Maíz en asocio	Lombricompost	157	2	1.49		B	C	
Monocultivo maíz	Lombricompost	163.5	2	1.49			C	
Monocultivo maíz	Bocashi	163.5	2	1.49			C	
Maíz en asocio	Gallinaza	173.5	2	1.49				D
Monocultivo maíz	Gallinaza	178	2	1.49				D

Tiempo	variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
94	**Altura en (cm)**	**16**	**1.00**	**1.00**	**0.53**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	8973	9	997	1259.36842	3.97E-09	
Cultivo	289	1	289	4.76701031	0.16068569	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	121.25	2	60.625	76.5789474	5.36E-05	
Abono	8506.25	3	2835.41667	3581.57895	3.80E-10	
Cultivo*Abono	56.5	3	18.8333333	23.7894737	0.00099011	
Error	4.75	6	0.79166667			
Total	8977.75	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio	162.88	8	2.75	A
Monocultivo maíz	171.38	8	2.75	A

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	129.75	4	0.44	A			
Bocashi	170.5	4	0.44		B		
Lombricompost	175.75	4	0.44			C	
Gallinaza	192.5	4	0.44				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.						
Maíz en asocio	Testigo	128	2	0.63	A					
Monocultivo maíz	Testigo	131.5	2	0.63	A					
Maíz en asocio	Bocashi	163.5	2	0.63		B				
Maíz en asocio	Lombricompost	172	2	0.63			C			
Monocultivo maíz	Bocashi	177.5	2	0.63				D		
Monocultivo maíz	Lombricompost	179.5	2	0.63				D		
Maíz en asocio	Gallinaza	188	2	0.63					E	
Monocultivo maíz	Gallinaza	197	2	0.63						F

Tiempo	**variable**	**N**	**R^2**	**R^2 Aj**	**CV**
102	**Altura en (cm)**	**16**	**1.00**	**0.99**	**1.62**

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	12434.06	9	1381.5625	161.350365	1.85E-06	
Cultivo	495.06	1	495.0625	3.99042821	0.18382964	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	248.13	2	124.0625	14.4890511	0.00504737	
Abono	11537.19	3	3845.72917	449.136253	1.90E-07	

Cultivo*Abono	153.69	3	51.2291667	5.98296837	0.03098562	
Error	51.37	6	8.5625			
Total	12485.44	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	
Maíz en asocio	175.13	8	3.94	A
Monocultivo maíz	186.25	8	3.94	A

Abono	Media	n	E.E.				
Testigo	136.25	4	1.46	A			
Bocashi	185.75	4	1.46		B		
Lombricompost	193	4	1.46			C	
Gallinaza	207.75	4	1.46				D

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.					
Maíz en asocio	Testigo	133.5	2	2.1	A				
Monocultivo maíz	Testigo	139	2	2.1	A				
Maíz en asocio	Bocashi	175	2	2.1		B			
Maíz en asocio	Lombricompost	188	2	2.1			C		
Monocultivo maíz	Bocashi	196.5	2	2.1			C	D	
Monocultivo maíz	Lombricompost	198	2	2.1			C	D	
Maíz en asocio	Gallinaza	204	2	2.1				D	E
Monocultivo maíz	Gallinaza	211.5	2	2.1					E

Tiempo	variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
108	Altura en (cm)	16	0.99	0.98	2.25

F.V	SC	gl	CM	F	p.valor	(Error)
Modelo.	14184.06	9	1576.00694	85.6719517	1.21E-05	
Cultivo	451.56	1	451.5625	2.68687244	0.24284995	(Cultivo>Replica)
Cultivo>Replica	336.13	2	168.0625	9.13590034	0.01510594	
Abono	13338.69	3	4446.22917	241.697622	1.21E-06	
Cultivo*Abono	57.69	3	19.2291667	1.04530011	0.43815124	
Error	110.38	6	18.3958333			
Total	14294.44	15				

Cultivo	Medias	n	E.E.	

Maíz en asocio	185.5	8	4.58	A
Monocultivo maíz	196.13	8	4.58	A

Abono	Media	n	E.E.			
Testigo	142.5	4	2.14	A		
Bocashi	198.5	4	2.14	B		
Lombricompost	203.5	4	2.14		B	
Gallinaza	218.75	4	2.14			C

Cultivo	Abono	Medias	n	E.E.				
Maíz en asocio	Testigo	138.5	2	3.03	A			
Monocultivo maíz	Testigo	146.5	2	3.03	A			
Maíz en asocio	Bocashi	190	2	3.03		B		
Maíz en asocio	Lombricompost	198.5	2	3.03		B	C	
Monocultivo maíz	Bocashi	207	2	3.03		B	C	D
Monocultivo maíz	Lombricompost	208.5	2	3.03		B	C	D
Maíz en asocio	Gallinaza	215	2	3.03			C	D
Monocultivo maíz	Gallinaza	222.5	2	3.03				D

Anexo 6. Limpieza del terreno





Anexo 7. Toma de muestras a 10 y 20 cm de profundidad



Pasó 1. Realización de un corte V



Pasó 2. Medición de la pala a 10 y 20 cm



Pasó 3. Obtención de la sub muestra



Pasó 4. Depósito de la sub muestra al recipiente.



Pasó 5. Muestras homogenizadas para ser empacada



Pasó 6. Depósito de la muestra para enviarla a laboratorio.

Anexo 8. Instalación y preparación de las parcelas





Anexo 9. Siembra de semilla maíz y frijol y rotulación de las parcelas









Anexo 10. Pesando 280 g de cada abono para la fertilización directa al suelo por postura y luego por planta de maíz y frijol.





Anexo 11. Mediciones de los cultivos maíz y frijol










Anexo 12. Producción de maíz y frijol





