

Evaluación de tres épocas y dos formas de aplicación de materia verde, en el sistema agroforestal “Kuxur Rum” para la producción de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.), en tres localidades del corredor seco de Guatemala



Ing. Selvyn Neftalí Sancé Nerio
Ing. Hugo Alejandro Villafuerte Lemus
Eber Aníbal Sancé Menéndez

Centro Universitario de Oriente (CUNORI)

Guatemala, 2016

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es) o institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Contenido

Página

Resumen	1
1. Introducción	3
2. Marco Teórico	5
3. Objetivos	8
4. Hipótesis	9
5. Metodología	10
6. Resultados y Discusión	16
7. Conclusiones	39
8. Recomendaciones	40
9. Bibliografía	41
Anexos	42



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Evaluación de tres épocas y dos formas de aplicación de materia verde, en el sistema agroforestal “Kuxur rum” para la producción de frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*), en tres localidades del corredor seco de Guatemala, Guatemala, 2016.

Ing. Selvyn Neftalí Sancé Nerio¹

Ing. Hugo Alejandro Villafuerte Lemus²

Eber Aníbal Sancé Menéndez³

RESUMEN

Por su ubicación geográfica, el corredor seco es una de las áreas del país más afectadas por el cambio climático. La variación del régimen pluvial y los períodos más largos de canícula representan dos de las principales causas de la reducción del rendimiento del cultivo de frijol.

El objetivo de la investigación fue evaluar el sistema agroforestal “Kuxur rum”, como alternativa viable para mitigar los efectos del cambio climático y determinar cual es la mejor forma, así como la mejor época de incorporación de la materia verde. Las tres épocas evaluadas fueron 20, 10 y 0 días antes de la siembra; y las dos formas de incorporación de la materia verde fueron la distribución superficial y por medio de surco abonero. La investigación se desarrolló en las localidades de Guior, municipio de Camotán; Minas abajo, municipio de San Juan Ermita; del departamento de Chiquimula y San Diego, departamento de Zacapa.

Al realizar el análisis en conjunto de las tres localidades, se identifican tres tratamientos que presentan los rendimientos más altos, de los cuales el mejor es el tratamiento 6, que consistía en incorporar la biomasa en surco abonero el mismo día de la siembra; este presentó un rendimiento de 1416.74 kg/ha, superior en un 35% al testigo en monocultivo y en 51% del rendimiento promedio de los tres municipios del corredor seco donde se realizó la evaluación.

A pesar que los tratamientos donde se realizó la incorporación en surco abonero presenta mejores rendimientos, estos no son los mas rentables debido a su alto costo de producción, el tratamiento que presentó el mejor indicador financiero fue el de aplicación superficial, el mismo día de la siembra.

¹Ing. Agr. Profesor en Agronomía -CUNORI- investigador principal.

² Ing. Agr. Profesor afiliado -CUNORI- investigador asociado.

³ Tesista -CUNORI- investigador auxiliar.

1. INTRODUCCIÓN

El frijol negro es uno de los granos que complementa la dieta alimenticia de la población guatemalteca, por su riqueza en proteínas, valor energético y contenido de carbohidratos; se considera uno de los cultivos de mayor interés nacional, para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico del productor. Sin embargo, los bajos rendimientos que actualmente se obtienen en el cultivo, es una de las limitantes para que los productores puedan comercializar el grano, con la finalidad de generar los ingresos económicos necesarios para el sostenimiento del núcleo familiar.

La investigación se realizó en el área del corredor seco de Guatemala, una de las áreas más afectadas por el cambio climático, donde constantemente se generan alteraciones en las variables de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, entre otros. La variación en el régimen pluvial y los períodos cada vez más extensos de la canícula, representan dos de las principales causas de la reducción del rendimiento del cultivo, pues tienen efectos negativos en la disponibilidad del recurso hídrico necesario para satisfacer sus necesidades fisiológicas.

Considerando la importancia del frijol negro en nuestro país, es necesario fomentar y estimular el incremento del rendimiento del cultivo y disminuir el impacto de los efectos negativos del cambio climático, para beneficiar al sector productor, por ello se propuso implementar buenas prácticas agrícolas en la producción del cultivo. Entre las buenas prácticas agrícolas se ha implementado la producción de cultivos alternativos, la diversificación y organización de los productores. Luego de una serie de ensayos y validaciones, combinando el conocimiento local, surge el sistema agroforestal denominado “Kuxur rum” (SAK) término Ch’orti’ que significa “mi tierra húmeda”; el cual permite conservar la humedad, evitar la erosión y mejorar la fertilidad del suelo (Posada Quinteros, 2012).

El sistema “Kuxur rum” es una alternativa que permite mitigar los impactos negativos del cambio climático y mejorar el rendimiento del cultivo de frijol, siendo en esencia un sistema agroforestal con el principio fundamentado en que es posible obtener un uso productivo y sostenido de la tierra, cuando los métodos de conservación y rehabilitación son introducidos antes de que se produzca degradación seria de los recursos (Montagnini, 1992).

El ensayo se realizó en parcelas establecidas con árboles de madre cacao (*Gliricidia sepium*) sembrado en callejones, las parcelas fueron ubicadas en la comunidad Guior, municipio de Camotán; Minas abajo, municipio de San Juan Ermita; del departamento de Chiquimula y San Diego, departamento de Zacapa; en dichas localidades se evaluó el efecto de tres épocas de incorporación de materia verde, proveniente de árboles de *G. sepium*; dos métodos de incorporación; la distribución superficial y la incorporación por medio de surco abonero, para mejorar el rendimiento del cultivo de frijol. Se estableció en la época llamada de segunda, la cual inicia en el mes de agosto y finaliza con la cosecha en el mes de diciembre de 2016.

El propósito de la investigación fue determinar la época y forma de aplicación de la materia verde, derivada del sistema agroforestal Kuxur rum, que presenta un mejor comportamiento en las variables fisiológicas del frijol. Las variables evaluadas fueron: la altura de la planta, los días a floración, madurez fisiológica, el número de vainas por planta, cantidad de granos por vaina y rendimiento, y se determinó el tratamiento que presente mejor rentabilidad, a través de un análisis financiero de la relación beneficio/costo.

2. MARCO TEÓRICO

Chiquimula ocupa a nivel nacional el tercer lugar como departamento productor de frijol negro, únicamente superado por Jutiapa y en su gran mayoría por Petén; entre los tres departamentos producen alrededor del 50% de la totalidad de producción del grano a nivel nacional, de los cuales 10% son producidos en Chiquimula (MAGA, 2014).

El incremento de la población del país exige cada vez alimentos de mejor calidad y en mayor cantidad, situación que ocupa al sector agrícola, especialmente a los pequeños y medianos productores de la nación. Condiciones adversas generadas por el cambio climático, escasez del recurso hídrico y baja fertilidad de los suelos son algunos de los principales factores que intervienen en el rendimiento del cultivo de frijol. Muchas son las prácticas y tecnologías aplicables para el incremento del rendimiento, pero, en la región de oriente existe una diversidad de condiciones climáticas, socio-económicas, culturales y políticas que no han permitido demostrar su eficiencia.

Los sistemas tradicionales de uso de la tierra han enfatizado más en la reducción de riesgos de las cosechas que en el logro de una producción óptima. En consecuencia, los sistemas de cultivos y cría de animales, especialmente en áreas poco fértiles y propensas a la erosión, incluyen asociaciones de varias especies, cultivos intercalados y esquemas de rotación complejos. Muchos de esos sistemas no son suficientemente productivos para satisfacer las demandas alimenticias de una creciente población; por ello se hace cada vez más necesario desarrollarlos y mejorarlos, es decir, incorporar el uso de tecnologías apropiadas para hacerlos más productivos (Montagnini, 1992).

2.1. Cultivo en callejones o “Kuxur rum”

“Kuxur rum” significa mi tierra húmeda en idioma Ch’ortí. El sistema tiene un efecto positivo sobre los recursos naturales y es utilizado por familias que cultivan en terrenos sobre ladera, en regiones de sequía recurrente. El sistema agroforestal de Kuxur rum (SAK), se caracteriza por ser un conjunto de tecnologías de manejo de suelo, agrícola y forestal, combinadas con árboles dispersos en regeneración natural. Se utiliza en diversas zonas de Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador (FAO, 2016).

El cultivo en callejones consiste en la asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales. Los árboles o arbustos se podan periódicamente para evitar que produzcan sombra sobre los cultivos, y para utilizar los residuos de la poda como abono verde, para mejorar la fertilidad del suelo, y como forraje de alta calidad. Un beneficio adicional es el control de malezas. El uso de las prácticas en cultivos en callejones se basa en el principio de que es posible tener un uso sostenido y productivo de la tierra, cuando los métodos de conservación y rehabilitación son introducidos antes de que se produzca degradación seria en los recursos (Montagnini, 1992).

El sistema Kuxur rum es una de las alternativas con mayor expectativa para el incremento del rendimiento del grano de frijol, siendo en esencia un sistema agroforestal con el principio fundamentado en que es posible obtener un uso productivo y sostenido de la tierra, cuando los métodos de conservación y rehabilitación son introducidos antes de que se produzca degradación seria de los recursos (Montagnini, 1992).

Este sistema integra la producción agrícola en el sistema agroforestal familiar, de tal forma que del mismo lote de terreno se puede obtener leña y madera y producción de granos. Esto reduce la vulnerabilidad física y social de los hogares y aumenta el ingreso familiar (FAO, 2016).

2.2. Materia verde

Actualmente se conceptúa como materia verde la utilización de plantas en rotación, sucesión y asociación con cultivos comerciales, incorporándose al suelo o dejándose en la superficie, ofreciendo protección, ya sea como un mantenimiento y/o recuperación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, Costa et al., (citado en Lynette Chalk, Riccardo Libori, 1997)

La materia verde se obtendrá del árbol llamado madre cacao, *Gliricidia sepium*, según FAO (2016) el árbol de madre cacao es un árbol leguminoso de tamaño medio. Es una especie nativa de Mesoamérica, que se encuentra en abundancia en esa región. La domesticación de *G. sepium* ha estado en progreso durante varios milenios y la multitud de nombres comunes indígenas de los pueblos mayas y quichés revela la importancia de esta especie a los primeros ocupantes de la región. Colonizadores españoles adaptaron a la lengua vernácula en el nombre de la Madre de las especies cacao (madre de cacao) para describir su uso como árbol de sombra del cacao. A pesar de la amplia presente ocurrencia de *G. sepium* en el cultivo en todos los países de América Central y México, se piensa que es originaria del bosque seco estacional.

De acuerdo con el manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelo (IITA y FAO, en 1997) la aplicación de materia verde tiene varias funciones, entre las más sobresalientes se pueden mencionar las siguientes:

- Protege la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento.
- Mantiene elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del sistema radicular y de la cobertura vegetal. Las raíces después de su descomposición, dejan canales en el suelo y la cobertura evita una desagregación y sellado de la superficie y reduce la velocidad de la escorrentía.
- Promueve un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años, el contenido de materia orgánica.

- Atenúa la amplitud térmica y disminuye la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad de agua para los cultivos comerciales.
- Promueve la adición de nitrógeno al suelo a través de la fijación biológica de las leguminosas; esto puede representar una importante economía de este elemento en la fertilización de los cultivos comerciales, además de mejorar el balance de nitrógeno del suelo.
- Reduce la población de malezas a través del efecto supresor y/o alelopático ocasionado por el rápido crecimiento inicial y exuberante desarrollo de la biomasa.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar el sistema agroforestal cultivo en callejones o “Kuxur rum”, como alternativa para mitigar los efectos del cambio climático en la producción de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), incorporando la materia verde de los árboles de *G. sepium* en distintas épocas y formas de aplicación; en tres localidades del corredor seco de los departamentos de Zacapa y Chiquimula, Guatemala.

3.2 Específicos

- Determinar el efecto de las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*Gliricidia sepium*), en el crecimiento en altura, días a floración, número de vainas por planta y granos por vaina del frijol negro *P. vulgaris* L.; para determinar el tratamiento que presente mejor comportamiento en estas variables.
- Comparar el efecto de las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*) sobre el rendimiento del cultivo de frijol, para identificar el tratamiento que permite obtener mayor productividad.
- Determinar el efecto de las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*) sobre el rendimiento del cultivo de frijol, comparando los resultados de las tres localidades utilizadas para la evaluación.
- Calcular la relación beneficio/costo de los tratamientos aplicados en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) color negro en el sistema agroforestal, con la finalidad de establecer el tratamiento que presente mayor rentabilidad.

4. HIPOTESIS

- Las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*Gliricidia sepium*), no presentan diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento en altura de las plantas de frijol.
- Las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*), no presentan diferencias estadísticamente significativas en los días a floración de las plantas de frijol.
- Las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*), no presentan diferencias estadísticamente significativas en el número de vainas por planta de frijol.
- Las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*), no presentan diferencias estadísticamente significativas en el número de granos por vaina de las plantas de frijol.
- Las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*), no presentan diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de grano del cultivo de frijol.
- Las épocas y formas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*), no presentan diferencias estadísticamente significativas entre las localidades comparadas en el estudio.

5. METODOLOGÍA

5.1 Localización

Los ensayos se establecieron en tres localidades, en parcelas donde el sistema "Kuxur rum" fue establecido por los productores, y tienen entre 10 y 12 años de antigüedad; las parcelas fueron ubicadas en la comunidad Guior, municipio de Camotán; Minas Abajo, municipio de San Juan Ermita del departamento de Chiquimula y San Diego, departamento de Zacapa; todas ubicadas en el corredor seco de Guatemala.

5.2 Delimitación temporal

El ensayo se estableció en la época llamada de segunda, la cual inició en el mes de agosto y finalizó con la cosecha en el mes de diciembre de 2016

5.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con un arreglo bifactorial constituido por seis tratamientos y cuatro repeticiones, también se incluyó un testigo absoluto, como valor de referencia, ubicado fuera del sistema agroforestal. En cada una de las tres localidades se estableció una réplica del experimento.

5.4 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente: $Y_{ijk} = U + a_i + b_j + (ab)_{ij} + Y_k + E_{ijk}$

Y_{ijk} = Variable respuesta observada a medida de la ijk -ésima unidad experimental

U = Media general

a_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor "A"

b_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor "B"

$(ab)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel del factor "A" y el j -ésimo nivel del factor "B"

Y_k = Efecto del k -ésimo bloque

E_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental

5.5 Análisis de varianza en conjunto con las tres localidades

Se realizó la prueba de homocedasticidad para comprobar si se puede reunir el grupo de experimentos y realizar el análisis de varianza conjunto

El modelo adoptado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j / k + l_k + (Tl)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, t$ (Periodos y formas de aplicacion)

$j = 1, 2, \dots, r$ (bloques)

$k = 1, 2, \dots, K$ (localidades o experimentos)

Donde:

Y_{ijk} = kilogramos de frijol por hectarea referentes al i -esimo tratamiento en el j -esimo bloque o repeticion de la k -esima localidad.

μ = media general

T_i = efecto del i -esimo tratamiento

β_j / k = efecto del j -esimo bloque en la k -esima localidad, l_k = efecto de la k -esima localidad,

$(Tl)_{ik}$ = efecto de la interaccion entre el i -esimo tratamiento y la k -esima localidad,

ϵ_{ijk} = error experimental asociado a la observacion Y_{ijk}

5.6 Tratamientos

a) Periodos de incorporación

Se evaluaron tres épocas de incorporación de la materia verde, proveniente de árboles de madre cacao *G.sepium*. La primera época de incorporación evaluada fue 20 días antes de la siembra, la segunda a los 10 días antes de la siembra y la tercera 0 días antes de la siembra.

b) Formas de aplicación

Se evaluaron dos formas de aplicación de la materia verde, la primera forma de aplicación fue sobre la superficie del suelo y dentro del espacio que forman los surcos o callejones de árboles de *G.sepium*. La segunda fue el método de incorporación por medio de surco abonero.

c) Testigo

Se estableció un testigo en el sistema de monocultivo de frijol, con cuatro repeticiones en cada localidad, con el fin de tener un valor de referencia para la variable rendimiento en el sistema monocultivo.

Cuadro 1.

Descripción de los tratamientos del experimento para evaluar el sistema Kuxur rum como alternativa viable para la producción de frijol, en tres localidades del corredor seco de Guatemala, 2016.

Tratamiento	Descripción
T1	Distribución superficial de materia verde a los 20 días antes de la siembra.
T2	Incorporación por medio de surco abonero a los 20 días antes de la siembra.
T3	Distribución superficial de materia verde a los 10 días antes de la siembra.
T4	Incorporación por medio de surco abonero a los 10 días antes de la siembra.
T5	Distribución superficial de materia verde 0 días antes de la siembra.
T6	Incorporación por medio de surco abonero 0 días antes de la siembra.
	Testigo absoluto, siembra de frijol en monocultivo.

Fuente: elaboración propia

5.7 Tamaño de la parcela

a) Parcela bruta

El tamaño de la parcela bruta fue de 24m², constituida por 18 surcos de 30 cm de ancho y 4 m de longitud; las dimensiones de la parcela fueron de 6 m largo por 4 m de ancho; cada parcela bruta se componía de 600 plantas.

b) Parcela neta

La parcela neta correspondía un área de 6 m², en la cual se encontraban 10 surcos de 30 cm de ancho y 2 m de largo, la dimensión de la parcela neta fue de 3 m de largo por 2 m de ancho. En el interior de la parcela neta se encontraban 150 plantas.

c) Área total

En total se establecieron 7 tratamientos (incluyendo el testigo como valor de referencia) y 4 repeticiones, para un total de 28 parcelas de 24m² cada una por localidad. El área total por localidad fue de 672m².

5.8 Variables de respuesta

a) Altura de la planta

El valor de altura de las plantas se tomó en la etapa de floración del cultivo, la altura de las plantas se calculó midiendo el largo del tallo desde el suelo hasta el final del raquis de la hoja más alta.

b) Días a floración

Los días a floración se tomaron cuando las plantas dentro de la parcela alcanzaron el 51% de floración.

c) Número de vainas por planta

El número de vainas por planta se midió durante la cosecha de los ensayos, fue necesario contar la cantidad de vainas de quince matas individuales de cada parcela neta.

d) Granos por vaina

La variable granos por vaina se midió el día de la cosecha, la muestra se extrajo de 10 vainas de diferentes plantas de la parcela neta de cada tratamiento, de las cuales se contó el número de granos en su interior

e) Rendimiento en kg/ha

El rendimiento del cultivo de frijol en el sistema agroforestal Kuxur rum fue medido en kilogramos por hectárea, cuando el grano alcanza el 14 % de humedad. Las muestras utilizadas para la medición del peso, corresponden a la parcela neta de cada tratamiento y fueron pesadas utilizando una balanza analítica.

f) Costos e ingresos

Para determinar la rentabilidad del sistema agroforestal Kuxur rum se realizó un análisis económico, para lo cual se tomó en cuenta el indicador relación beneficio costo.

5.9 Análisis de la información

Se realizaron análisis de varianza para identificar las fuentes de variación en los bloques, los períodos de incorporación de materia verde, las formas de aplicación y la interacción entre ambos, es decir, la combinación de un período y una forma de aplicación, y finalmente el error experimental. Se identificó el tratamiento que presentó mejor rendimiento, así como la rentabilidad de cada tratamiento. Se determinó que el sistema Kuxur rum puede ser una alternativa viable para minimizar el impacto de las condiciones de sequía, característica del corredor seco de Guatemala.

5.10 Análisis económico

Se realizó el análisis mediante la utilización de la relación beneficio-costos. Fórmula

B/C = VAI/VAC, en la que:

B/C = relación beneficio costo

VAI = Valor actual de los ingresos o beneficios

VAC = Valor actual de los costos

5.11 Manejo agronomico

a) Preparacion de terreno

En esta actividad se realizaron varias labores con el propósito de obtener un área adecuada para el establecimiento de las unidades experimentales, a continuación, se detallan dichas labores:

- Inicialmente se seleccionaron los terrenos que cumplían con los parametros adecuados para el establecimiento de las parcelas.
- Al tener los terrenos seleccionados, se trazaron las parcelas de 24 m², en donde se ubicaron los tratamientos.
- Luego se limpió el terreno, eliminando plantas no deseadas dentro de las unidades experimentales para evitar la competencia por agua y nutrientes, así como eliminar posibles hospederos de plagas.
- Posteriormente se podaron los arboles de *G. sepium* que se encontraron dentro de la unidad experimental y se pesó la materia verde obtenida, se calculó el promedio general por parcela para determinar el contenido necesario a aplicar en cada tratamiento, esto con el objetivo de estandarizar la cantidad aplicada en cada unidad experimental. Se aplicaron 5 kg de materia verde por parcela de 24 m².
- La aplicación de materia verde se realizó 20, 10 y 0 días antes de la siembra de forma dispersada en el suelo y como surco abonero, de acuerdo a la naturaleza de cada tratamiento.

b) Selecccion de la semilla

Para el experimento se utilizó semilla de frijol variedad ICTA ligero, debido a que es un cultivar que se adapta a las condiciones climáticas de las localidades en donde se establecieron los experimentos, se desarrolla bien en alturas desde 50 a 1200 m.s.n.m. posee cierta resistencia al virus del mosaico dorado y es precoz.

c) Tratamiento de la semilla

Para prevenir posibles ataques de plagas se recubrió la semilla con el insecticida Thiodicarb a razón de 5 ml por cada kilogramo de semilla.

d) Siembra

La siembra se realizó manualmente sobre los surcos trazados, se utilizó un distanciamiento de 0.30 m entre plantas y 0.40 m entre surcos, colocando 3 granos por postura, para una densidad de 250,000 plantas/Ha.

e) Fertilización

Para cumplir con las exigencias nutricionales del cultivo se realizó una aplicación granulada directa al suelo y dos aplicaciones foliares, descritas a continuación:

- A los 10 días después de la siembra se realizó la fertilización con la fórmula comercial triple 15 (15N-15P-15K) a razón de 195 kg/ha, el fertilizante se incorporó al suelo en posturas cercanas al pie de las plantas.
- También, se realizaron aspersiones con fertilizante foliar quelatado a razón de 100 ml/bomba de 16 litros; las aplicaciones se hicieron cada semana a partir de 15 días después de la siembra, en total se realizaron 4 aplicaciones.

f) Control de malezas

Para controlar las malezas que se presentaron en el período del cultivo fue necesario unicamente una limpia de manera manual a los 15 después de la siembra, puesto que el sistema proporciona una capa de materia vegetativa y sombra.

g) Control de plagas

La incidencia de plagas se controló mediante aplicaciones de insecticidas químicos a base de imidacloprid, para el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y Metaldehído para el control de Babosa (*Vaginulus plebeiu*), a razón de 15 ml/bomba de 4 galones y 28 lb/ha respectivamente.

h) Control de enfermedades

Para el control de enfermedades se asperjó el cultivo con fungicida preventivo a base de Propineb y el fungicida curativo a base de (Trifloxistrobin + Tebuconazole), realizando aplicaciones cada dos semanas a partir de los 15 días después de la siembra.

i) Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual durante los días 75 a 85 cuando el cultivo demostró haber finalizado su madurez fisiológica, separando el producto de cada parcela para cuantificar el rendimiento de la unidad evaluada.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación agronómica de tres épocas y dos formas de aplicación de la materia verde de (*G. sepium*), en el cultivo de frijol negro (*P. vulgaris L.*), se consideraron las siguientes variables: altura de la planta, días a floración, vainas por planta, granos por vaina y rendimiento del cultivo (en kg/ha.). Estas variables se evaluaron por medio de análisis de varianza con un grado de confiabilidad del 95%. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para estas variables en las localidades de San Juan Ermita, Chiquimula; San Diego, Zacapa y Camotán, Chiquimula.

6.1 Localidad de San Juan Ermita, Chiquimula

En el ensayo establecido en la comunidad Minas Abajo de San Juan Ermita, Chiquimula, se obtuvo los siguientes resultados.

a) Altura de la planta

Para determinar el efecto de la aplicación de materia verde de (*G. sepium*) en el crecimiento de las plantas de frijol (*P. vulgaris L.*) se realizó el análisis de varianza para la variable altura.

Cuadro 2.

Análisis de varianza para la variable altura en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	24	0.57		0.34	5.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	125.82	8	15.73	2.51	0.0596
BLOQUES	64.47	3	12.49	3.42	0.0447
EPOCA DE APLICACIÓN	10.27	2	5.14	0.82	0.4599
FORMAS DE APLICACIÓN	41.95	1	41.95	6.68	0.0207
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	9.12	2	4.56	0.73	0.4999
Error	94.17	15	6.28		
Total	219.98	23			

El coeficiente de variación obtenido es de 5.87, por lo que se deduce que el ensayo fue manejado correctamente. Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente significativa para el factor formas de aplicación en el crecimiento de las plantas, pues alcanzó 0.0207 en p-valor y es menor que el valor de confiabilidad (0.05); por lo que se procede a realizar la prueba de medias de Fisher para esta variable. No se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 3.
Prueba de medias de Fisher para la forma de aplicación en la variable altura, en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Test: LSD Fisher Alfa = 0.05 DMS = 2.18023

Error: 6.2778 gl: 15

FORMAS DE APLICACIÓN	Medias	n	E.E.	
Incorporada	44.01	12	0.72	A
Superficial	41.36	12	0.72	B

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que la altura de las plantas es mayor al realizarse la incorporación de materia verde por medio de surco abonero. Los tratamientos de surco abonero alcanzaron una media general de 44.01 cm de altura, y se obtuvo una media general de 41.36 cm en los tratamientos en los cuales se dispersó la materia verde de manera superficial.

b) Días a floración

Mediante el análisis de varianza realizado a los datos correspondientes a la variable días a floración del cultivo, se determinó el efecto de las tres épocas y dos formas de aplicación de materia verde.

Cuadro 4.
Análisis de varianza para la variable días a floración, en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DÍAS A FLORACIÓN	24	0.48		0.20	1.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.83	8	0.23	1.72	0.1742
BLOQUES	1.50	3	0.50	3.75	0.0343
EPOCA DE APLICACIÓN	0.33	2	0.17	1.25	0.3147
FORMAS DE APLICACIÓN	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	0.00	2	0.00	0.00	>0.9999
Error	2.00	15	0.13		
Total	3.83	23			

De acuerdo al cuadro 4, se puede determinar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados; los ensayos alcanzaron el 51% de floración a los 32 días después de la siembra; considerando los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

c) Vainas por planta

El número de vainas por planta se midió durante la cosecha de los ensayos, para calcular un promedio de vainas por planta se procedió a contar la cantidad de vainas de quince plantas individuales dentro de cada parcela neta. En el cuadro 5 se presentan los datos del análisis de varianza para esta variable.

Cuadro 5.
Análisis de varianza para la variable vainas por planta, en la localidad de
San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
VAINAS POR PLANTA	24	0.56		0.33	24.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	245.97	8	30.75	2.42	0.0669
BLOQUES	143.78	3	47.93	3.77	0.0338
EPOCA DE APLICACIÓN	47.14	2	23.57	1.85	0.01909
FORMAS DE APLICACIÓN	0.02	1	0.02	1.4E-03	0.9704
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	55.04	2	27.52	2.16	0.1494
Error	190.80	15	12.72		
Total	436.77	23			

Se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa para el número de vainas por planta entre los tratamientos evaluados, como resultado de la aplicación de materia verde de (*G. sepium*) en diferentes épocas y formas. Se realizó el conteo de vainas por planta, y se obtuvo los siguientes resultados: 18.18, 16.73, 14.27, 13.25, 12.97, y 12.70 para los tratamientos T2, T5, T1, T6, T3 y T4 respectivamente. Debido a que no se presentaron diferencias significativas se acepta la hipótesis planteada.

d) Granos por vaina

La variable granos por vaina se midió el día de la cosecha, la muestra se extrajo de 15 vainas de diferentes plantas de la parcela neta de cada tratamiento, a las cuales se les contó el número de granos en su interior. En el cuadro 6 se presenta el análisis de varianza para esta variable.

Cuadro 6.
Análisis de varianza para la variable de granos por vaina en plantas de frijol, en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Análisis de la Varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
GRANOS POR VAINA	24	0.74		0.60	3.52
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.35	8	0.17	5.30	0.0028
BLOQUES	1.12	3	0.37	11.67	0.0003
EPOCA DE APLICACIÓN	0.18	2	0.09	2.83	0.0907
FORMAS DE APLICACIÓN	0.02	1	0.02	0.60	0.4488
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	0.03	2	0.02	0.54	0.5949
Error	0.48	15	0.03		
Total	1.83	23			

Los resultados del análisis de varianza indican que no existe diferencia estadísticamente significativa sobre el número de granos por vaina, como consecuencia se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

e) Rendimiento del cultivo

El rendimiento en kg/ha del cultivo de frijol en el sistema agroforestal Kuxur rum, fue medido cuando el grano alcanzó el 14 % de humedad. Las muestras utilizadas para la medición corresponden a la parcela neta de cada tratamiento. En el cuadro 7 se presentan los datos promedio del rendimiento de cada tratamiento, en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Cuadro 7.
Rendimiento del cultivo de frijol (*P. vulgaris* L.) en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Tratamiento	Forma y época de aplicación	Rendimiento en KG/HA
T1	Superficial 20 días antes de la siembra	1114.59
T2	Incorporado 20 días antes de la siembra	1193.13
T3	Superficial 10 días antes de la siembra	1056.46
T4	Incorporado 10 días antes de la siembra	1013.75
T5	Superficial 0 días antes de la siembra	1221.46
T6	Incorporado 0 días antes de la siembra	1241.46

Cuadro 8.
Análisis de varianza para la variable rendimiento en la localidad
de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RENDIMIENTO (KG/HA)	24	0.75		0.62	19.61

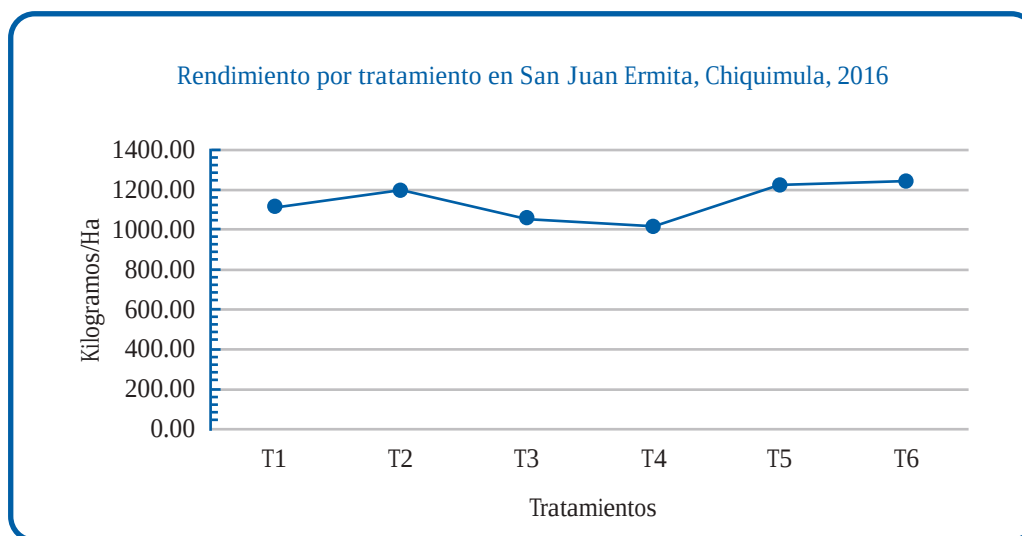
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2252483.90	8	281560.49	5.63	0.0020
BLOQUES	2079220.19	3	693073.40	13.87	0.0001
EPOCA DE APLICACIÓN	156478.36	2	78239.18	1.57	0.2413
FORMAS DE APLICACIÓN	2077.99	1	2077.99	0.04	0.8412
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	14707.36	2	7353.68	0.15	0.8644
Error	749618.88	15	49974.59		
Total	3002102	23			

En el cuadro 8, se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento. El coeficiente de variación alcanzó un valor de 19.61, lo que indica que el experimento fue manejado correctamente. También se puede apreciar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, por lo tanto, se puede deducir que las épocas y formas de aplicación de materia verde de madre cacao no influyen drásticamente sobre el rendimiento del cultivo de frijol en el sistema agroforestal Kuxur rum para esta localidad; motivo por el cual se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

A pesar de no encontrarse un tratamiento que sea estadísticamente superior a los demás, se presenta a continuación la figura 1 que ilustra los rendimientos obtenidos en esta localidad.

Figura 1.
Rendimiento por tratamiento en kilogramos por hectárea (kg/ha),
en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.



En la figura 1 se demuestra que la diferencia entre tratamientos no es significativa, sin embargo, se identifican dos tratamientos con rendimientos más altos, los tratamientos son el T5 y T6; ambos correspondientes a la incorporación el mismo día de la siembra.

6.2 Localidad de San Diego, Zacapa

En el ensayo establecido en la localidad de El Porvenir, San Diego, Zacapa, se presentaron los resultados siguientes:

a) Altura de la planta

Se realizó el análisis de varianza para la variable altura, en la localidad de San Diego, para determinar el tratamiento que presente mejores resultados. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Cuadro 9 y los promedios en la variable altura se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 9.
Análisis de la varianza para la variable altura en la localidad
de San Diego, Zacapa, 2016.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	24	0.84		0.75	5.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	208.83	8	26.10	9.52	0.0001
BLOQUES	40.13	3	13.38	4.88	0.0146
EPOCA DE APLICACIÓN	36.33	2	18.17	6.63	0.0087
FORMAS DE APLICACIÓN	12.04	1	12.04	4.39	0.0535
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	120.33	2	60.17	21.95	<0.0001
Error	41.13	15	2.74		
Total	249.96	23			

El cuadro 9 muestra el coeficiente de variación obtenido para la variable altura, el cual es de 5.62, lo que indica poca variabilidad en los tratamientos, en función de los datos analizados. Se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos, principalmente debido a la interacción entre la época y forma de aplicación de la materia verde; por lo cual se procedió a realizar la prueba de medias de Fisher para esta variable.

Cuadro 10.
Prueba de medias de Fisher para la interacción entre época y forma de aplicación en la variable altura,
en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.

Test: LSD Fisher Alfa = 0.05 DMS = 2.49556

Error: 2.7417 gl: 15

ÉPOCA DE APLICACIÓN	FORMAS DE APLICACIÓN	Medias	n	E.E.	
20 DAS	Superficial	32.50	4	0.83	A
10 DAS	Incorporada	32.00	4	0.83	A
0 DAS	Superficial	30.75	4	0.83	A B
20 DAS	Incorporada	29.25	4	0.83	B C
10 DAS	Superficial	27.25	4	0.83	C D
0 DAS	Incorporada	25.00	4	0.83	D

En el cuadro 10, se observa la prueba de medias para la interacción entre época y forma de aplicación de la materia verde, identificándose tres tratamientos que presentan diferencias estadísticamente significativas para esta variable. Los tratamientos son el Tratamiento 1, Tratamiento 4 y Tratamiento 5; correspondientes a aplicación de materia verde 20 días antes de la siembra de forma superficial, la incorporación 10 días antes de la siembra por medio de surco abonero y la aplicación 0 días antes de la siembra de forma superficial. Al presentarse esta diferencia entre tratamientos, no se acepta la hipótesis planteada, debido a que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

b) Días a floración

Se realizó el análisis de la variable días a floración, con el propósito de identificar un tratamiento que presentara diferencias frente a los demás. Los resultados del análisis se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11.
Análisis de la varianza para la variable días a floración,
en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DÍAS A FLORACIÓN	24	0.93		0.89	1.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	115.33	8	14.42	25.07	<0.0001
BLOQUES	4.13	3	1.38	2.39	0.1094
EPOCA DE APLICACIÓN	25.08	2	12.54	21.81	<0.0001
FORMAS DE APLICACIÓN	5.04	1	5.04	8.77	0.0097
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	81.08	2	40.54	70.51	<0.0001
Error	8.62	15	0.57		
Total	123.96	23			

En el cuadro 11 se muestra el coeficiente de variación obtenido para la variable días a floración, el cual es de 1.78, lo que indica poca variabilidad en los tratamientos, en función de los datos analizados. Se puede observar que hay diferencias altamente significativas en los tratamientos, principalmente debido a la interacción entre la época y forma de aplicación de la materia verde; por lo cual se procedió a realizar una prueba de medias de Fisher.

Cuadro 12.

Prueba de medias de Fisher para la interacción entre época y forma de aplicación en la variable de días a floración, en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.

Test: LSD Fisher Alfa = 0.05 DMS = 1.14286

Error: 0.5750 gl: 15

ÉPOCA DE APLICACIÓN	FORMAS DE APLICACIÓN	Medias	n	E.E.	
0 DAS	Incorporada	46.25	4	0.38	A
10 DAS	Superficial	44.75	4	0.38	B
20 DAS	Incorporada	41.50	4	0.38	C
10 DAS	Incorporada	41.25	4	0.38	C
20 DAS	Superficial	40.75	4	0.38	C
0 DAS	Superficial	40.75	4	0.38	C

En el cuadro 12, se presenta la prueba de medias para la interacción entre época y forma de aplicación de la materia verde, se determina que el tratamiento 6 refleja diferencia estadísticamente significativa sobre el resto, a causa de la incorporación el día de la siembra, por medio de surco abonero. Al presentarse esta diferencia estadística, no se acepta la hipótesis planteada, debido a que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

c) Vainas por planta

Para evaluar los datos correspondientes a la variable vainas por planta, se realizó un análisis de varianza, los resultados de dicho análisis se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13.

Análisis de la varianza para la variable vainas por planta, en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
VAINAS POR PLANTA	24	0.83		0.74	11.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43.19	8	5.40	9.07	0.0002
BLOQUES	38.36	3	12.79	21.47	<0.0001
EPOCA DE APLICACIÓN	3.84	2	1.92	3.23	0.0683
FORMAS DE APLICACIÓN	0.24	1	0.24	0.41	0.5318
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	0.74	2	0.37	0.62	0.5498
Error	8.93	15	0.60		
Total	52.12	23			

En el cuadro 13, se observa que el coeficiente de variación obtenido para la variable de vainas por planta es de 1.78, lo que indica poca variabilidad en los tratamientos, en función de los datos analizados. Se puede observar que entre las épocas y formas de aplicación no hay diferencias significativas para esta variable. Como consecuencia se acepta la hipótesis planteada, ya que no existen diferencias altamente significativas para el número de vainas por planta.

d) Granos por vaina

Para determinar el efecto de la forma y época de aplicación de materia verde de madre cacao se realizó el análisis de varianza para la variable de granos por vaina. Los resultados del análisis se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14.

Análisis de la varianza para la variable granos por vaina, en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
GRANOS POR VAINA	24	0.62		0.42	7.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.05	8	0.51	3.08	0.0287
BLOQUES	3.66	3	1.22	7.44	0.0028
EPOCA DE APLICACIÓN	0.26	2	0.13	0.78	0.4748
FORMAS DE APLICACIÓN	0.08	1	0.08	0.51	0.4853
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	0.05	2	0.02	0.14	0.8714
Error	2.46	15	0.16		
Total	6.51	23			

En el cuadro 14, se observa que el coeficiente de variación obtenido para la variable de granos por vaina es de 7.94, lo que indica poca variabilidad en los datos analizados. Se puede observar que entre las épocas y formas de aplicación no hay diferencias significativas para esta variable. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, pues no existen diferencias estadísticamente significativas.

e) Rendimiento del cultivo

En el cuadro 15 se muestra el rendimiento en kg/ha, del cultivo de frijol en el sistema agroforestal Kuxur rum, el cual fue determinado cuando el grano alcanzó el 14 % de humedad. Las muestras utilizadas para la medición corresponden a la parcela neta de cada tratamiento.

Cuadro 15.
 Rendimiento del cultivo de frijol (*P. vulgaris* L.), en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.

Tratamiento	Forma y época de aplicación	Rendimiento en KG/HA
T1	Superficial 20 días antes de la siembra	636.25
T2	Incorporado 20 días antes de la siembra	643.33
T3	Superficial 10 días antes de la siembra	472.29
T4	Incorporado 10 días antes de la siembra	555.21
T5	Superficial 0 días antes de la siembra	570.83
T6	Incorporado 0 días antes de la siembra	476.67
	Testigo absoluto	494.17

Se elaboró un análisis de varianza para la variable de rendimiento en kilogramos por hectárea en la localidad de San Diego, Zacapa. Los resultados del análisis se muestran en el cuadro 16.

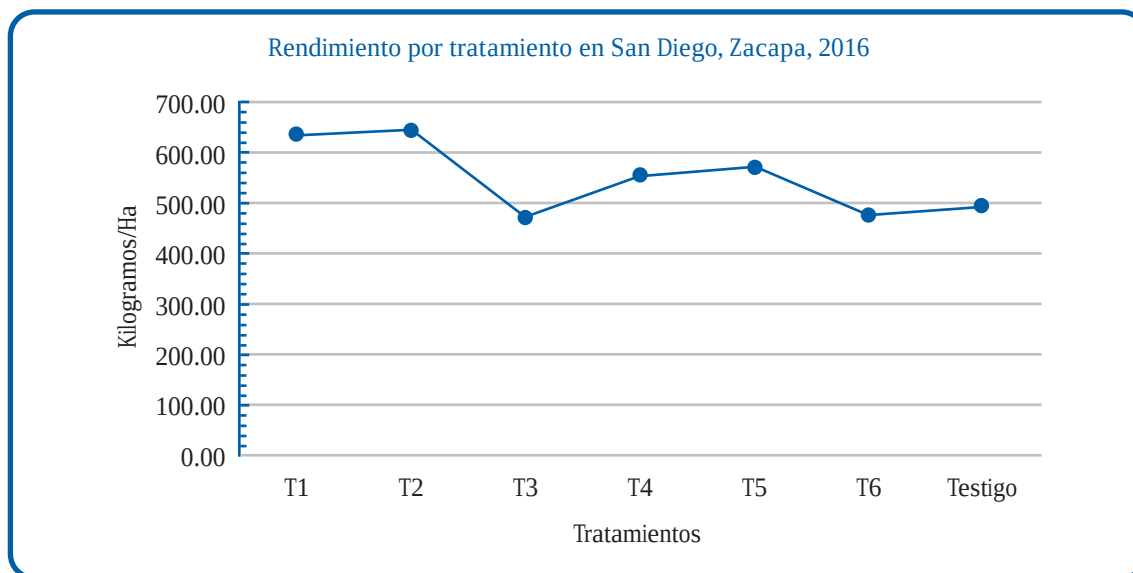
Cuadro 16.
 Análisis de varianza para la variable rendimiento, en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RENDIMIENTO REAL (KG/HA)	24	0.57		0.34	24.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	363578.23	8	45447.28	2.51	0.0593
BLOQUES	253456.98	3	84485.66	4.66	0.0170
EPOCA DE APLICACIÓN	78536.97	2	39268.48	2.17	0.1489
FORMAS DE APLICACIÓN	11.56	1	11.56	6.4E-04	0.9802
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	31572.72	2	15786.36	0.87	0.4384
Error	271686.50	15	18112.43		
Total	635264.73	23			

En el cuadro 16 se muestra el coeficiente de variación obtenido para la variable rendimiento, el cual es de 24.07, lo que indica estabilidad en los datos analizados. Se observa que no se encontraron diferencias significativas para esta variable; debido a esto se acepta la hipótesis planteada al principio de la investigación.

Figura 2.
Rendimiento por tratamiento en kilogramos por hectárea (kg/ha),
en la localidad de San Diego, Zacapa, 2016



Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se observa que el tratamiento que presentó el rendimiento más alto fue el tratamiento 2, incorporación por surco abonero 20 días antes de la siembra; seguido del tratamiento 1, aplicación superficial 20 días antes de la siembra. En esta localidad el testigo absoluto es el tercer rendimiento más bajo en promedio.

6.3 Localidad de Camotán, Chiquimula

a) Altura de la planta

Con el objeto de estimar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, se realizó el análisis de varianza para la variable altura. En el cuadro 17, se presentan los resultados del análisis de varianza.

Cuadro 17.

Análisis de la varianza para la variable altura, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	24	0.74		0.59	4.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	86.43	8	10.80	5.20	0.0030
BLOQUES	54.42	3	18.14	8.74	0.0014
EPOCA DE APLICACIÓN	12.85	2	6.42	3.09	0.0750
FORMAS DE APLICACIÓN	13.70	1	13.70	6.60	0.0214
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	5.46	2	2.73	1.32	0.2975
Error	31.15	15	2.08		
Total	117.57	23			

En el cuadro 17 se observa que el coeficiente de variación obtenido para la variable de altura es de 4.26, lo que indica poca variabilidad en los datos. Al realizar el análisis, se puede apreciar que se encontraron diferencias significativas entre los factores evaluados. Para esta variable no se acepta la hipótesis planteada, ya que, existen diferencias altamente significativas entre las formas de aplicación.

Cuadro 18.

Prueba de medias de Fisher para la forma de aplicación en la variable altura, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Test: LSD Fisher Alfa = 0.05 DMS = 1.25387

Error: 2.0764 gl: 15

FORMAS DE APLICACIÓN	Medias	n	E.E.	
Incorporada	34.55	12	0.42	A
Superficial	33.04	12	0.42	B

Los resultados de la prueba de medias indican que existe diferencia estadísticamente significativa en crecimiento de las plantas de frijol en aquellos tratamientos en donde la materia verde fue incorporada en el suelo como surco abonero.

c) Días a floración

Se realizó el análisis de varianza para la variable de días a floración, con el propósito de identificar un tratamiento que presente diferencias estadísticamente significativas respecto a los otros.

En el cuadro 19 se muestra el coeficiente de variación obtenido para la variable días a floración, el cual es de 1.79, esto indica que los datos son confiables, al encontrarse poca variación. Se puede observar que no existe diferencia estadísticamente significativa en los días a floración del cultivo de frijol. De esta manera se acepta la hipótesis planteada para esta variable.

Cuadro 19.

Análisis de la varianza para la variable días a floración, en la localidad de Camotán, Chiquimula; 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DÍAS A FLORACIÓN	24	0.35		0.01	1.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.17	8	0.40	1.03	0.4590
BLOQUES	0.46	3	0.15	0.40	0.7580
EPOCA DE APLICACIÓN	1.08	2	0.54	1.40	0.2764
FORMAS DE APLICACIÓN	0.04	1	0.04	0.11	0.7471
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	1.58	2	0.79	2.05	0.1632
Error	5.79	15	0.39		
Total	8.96	23			

d) Vainas por planta

Para evaluar los tratamientos se realizó un análisis de varianza para el número de vainas por planta de frijol, en el cuadro 20 se presentan los resultados obtenidos para esta variable.

Cuadro 20.

Análisis de varianza para la variable vainas por planta, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
VAINAS POR PLANTA	24	0.27		0.00	18.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32.50	8	4.06	0.70	0.6878
BLOQUES	19.99	3	6.66	1.15	0.3622
EPOCA DE APLICACIÓN	8.50	2	4.25	0.73	0.4976
FORMAS DE APLICACIÓN	0.01	1	0.01	2.4e-03	0.9615
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	4.00	2	2.00	0.34	0.7142
Error	87.13	15	5.81		
Total	119.63	23			

El análisis de varianza del cuadro 20 indica que no existe diferencia estadísticamente significativa sobre el número de vainas por planta, de tal manera que se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación, para esta variable.

e) Granos por vaina

Con el objetivo de estimar el efecto de los tratamientos sobre el número de granos por vaina, se realizó el análisis de varianza para esta variable, ver cuadro 21.

Cuadro 21.

Análisis de varianza para la variable granos por vaina, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
GRANOS POR PLANTA	24	0.63		0.43	4.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.86	8	0.23	3.21	0.0247
BLOQUES	1.21	3	0.40	5.58	0.0089
EPOCA DE APLICACIÓN	0.59	2	0.29	4.04	0.0395
FORMAS DE APLICACIÓN	0.01	1	0.01	0.14	0.7100
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	0.05	2	0.03	0.35	0.7100
Error	1.09	15	0.07		
Total	2.95	23			

El análisis refleja un coeficiente de variación de 4.72, lo que revela que el experimento se realizó adecuadamente y los datos son confiables. También se demuestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las épocas de aplicación de materia verde; por tal razón fue necesario realizar una prueba de medias para este factor.

Cuadro 22.
Prueba de medias de Fisher para la época de aplicación en la variable de granos por vaina, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Test: LSD Fisher Alfa = 0.05 DMS = 0.28701

Error: 0.0725 gl: 15

ÉPOCA DE APLICACIÓN	Medias	n	E.E.	
20 DAS	5.85	8	0.10	A
0 DAS	5.78	8	0.10	A
10 DAS	5.49	8	0.10	B

El cuadro 22 indica que los tratamientos que alcanzaron mejores resultados corresponden a los cuales se aplicó la materia verde 20 y 0 días antes de la siembra; con una media de 5.85 y 5.78 granos por vaina, respectivamente.

f) Rendimiento del cultivo

En el cuadro 23 se muestra el rendimiento del cultivo de frijol en el sistema agroforestal Kuxur rum; determinado cuando el grano alcanzó el 14 % de humedad. Las muestras utilizadas para la medición corresponden a la parcela neta de cada tratamiento.

Cuadro 23.
Rendimiento del cultivo de frijol (*P. vulgaris* L.), en el sistema agroforestal Kuxur rum, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Tratamiento	Forma y época de aplicación	Rendimiento en KG/HA
T1	Superficial 20 días antes de la siembra	1799.17
T2	Incorporado 20 días antes de la siembra	2301.46
T3	Superficial 10 días antes de la siembra	1852.29
T4	Incorporado 10 días antes de la siembra	1953.34
T5	Superficial 0 días antes de la siembra	2330.42
T6	Incorporado 0 días antes de la siembra	2532.08
	Testigo absoluto	1603.54

Se realizó el análisis de varianza para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, en la localidad de Camotán, Chiquimula. Los resultados del análisis se muestran en el cuadro 24.

Cuadro 24.

Análisis de la varianza para la variable rendimiento, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RENDIMIENTO REAL (KG/HA)	24	0.47		0.18	18.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2064785.61	8	258098.20	1.63	0.1974
BLOQUES	268795.78	3	89598.59	0.57	0.6458
EPOCA DE APLICACIÓN	1189634.57	2	594817.28	3.76	0.0476
FORMAS DE APLICACIÓN	432022.03	1	432022.03	2.73	0.1193
EPOCA DE APLICACIÓN *FORMAS...	174333.22	2	87166.61	0.55	0.5878
Error	237404.74	15	158313.65		
Total	4439490.35	23			

En el cuadro 24 se observa el coeficiente de variación obtenido para la variable rendimiento, el cual es de 18.70, lo que indica que el experimento fue manejado correctamente y los datos son confiables. Al realizar el análisis se demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. La diferencia se debe principalmente a la época de aplicación de la materia verde, por lo que se procedió a realizar una prueba de medias de Fisher para esta variable.

Cuadro 25.

Prueba de medias de Fisher para la época de aplicación en la variable rendimiento, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Test: LSD Fisher Alfa = 0.05 DMS = 424.03736

Error: 158313.6493 gl: 15

ÉPOCA DE APLICACIÓN	Medias	n	E.E.		
0 DAS	2431.25	8	140.67	A	
0 DAS	2050.31	8	140.67	A	B
10 DAS	1902.81	8	140.67		B

En el cuadro 25 se muestra la prueba de medias para la variable de épocas de aplicación, identificándose dos que presentan diferencias significativas. Las mejores épocas para aplicar la materia verde son el mismo día de la siembra y a los 20 días antes de la siembra; en los tratamientos con éstas épocas de incorporación se obtuvo medias de rendimiento de 2431.25 kg/ha y 2050.31 kg/ha respectivamente. Al presentarse esta diferencia entre épocas, no se acepta la hipótesis planteada, debido a que las épocas de aplicación de materia verde influyen sobre el rendimiento del cultivo.

Cuadro 26.

Prueba de medias de Fisher para la interacción entre época y formas de aplicación para la variable de rendimiento, en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.

Test: LSD Fisher Alfa = 0.05 DMS = 599.67939

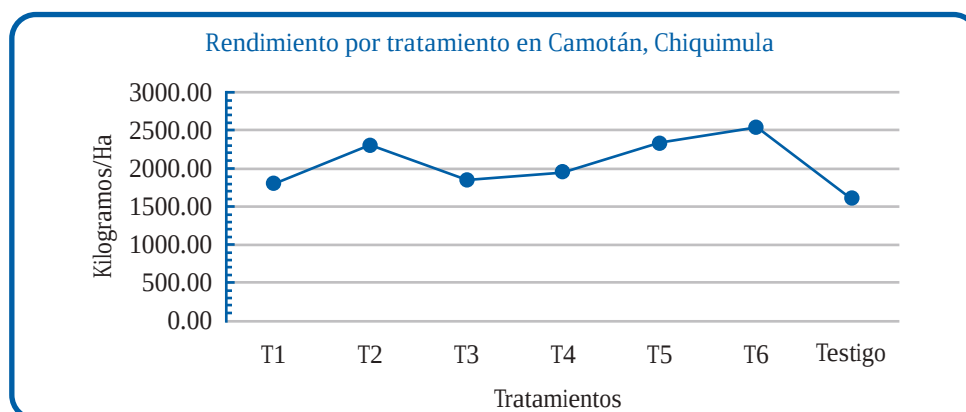
Error: 158313.6493 gl: 15

ÉPOCA DE APLICACIÓN	FORMAS DE APLICACIÓN	Medias	n	E.E.		
0 DAS	Incorporada	2532.08	4	198.94	A	
0 DAS	Superficial	2330.42	4	198.94	A	B
20 DAS	Incorporada	2301.46	4	198.94	A	B
10 DAS	Incorporada	1953.34	4	198.94	A	B
10 DAS	Superficial	1852.29	4	198.94		B
20 DAS	Superficial	1799.17	4	198.94		B

En el cuadro 26 se presenta la prueba de medias para la interacción entre épocas y formas de aplicación, así como una gráfica de los rendimientos por tratamiento, con el fin de identificar los que presentaron mejores resultados. Los mejores rendimientos se observaron en los tratamientos T6, T5, T2 y T4; los cuales presentaron una media de 2532.08 kg/ha, 2330.42 kg/ha, 2301.46 kg/ha y 1953.34 kg/ha respectivamente. Al presentarse esta diferencia entre tratamientos no se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

Figura 3.

Rendimiento por tratamiento en kilogramos por hectárea (kg/ha), en la localidad de Camotán, Chiquimula, 2016.



6.4 Análisis conjunto de las tres localidades

En el cuadro 27 se muestra el rendimiento del cultivo de frijol en el sistema agroforestal Kuxur rum obtenido en las tres localidades evaluadas. El rendimiento corresponde al promedio obtenido entre las tres localidades, para cada tratamiento.

Cuadro 27.

Rendimiento promedio del cultivo de frijol (*P. vulgaris* L.), obtenido en las tres localidades evaluadas, San Juan Ermita, Chiquimula; San Diego, Zacapa y Camotán, Chiquimula; 2016.

Tratamiento	Forma y época de aplicación	Rendimiento en KG/HA
T1	Superficial 20 días antes de la siembra	1183.33
T2	Incorporado 20 días antes de la siembra	1379.31
T3	Superficial 10 días antes de la siembra	1127.01
T4	Incorporado 10 días antes de la siembra	1174.10
T5	Superficial 0 días antes de la siembra	1374.24
T6	Incorporado 0 días antes de la siembra	1416.74
	Testigo absoluto	1048.86

Se realizó el análisis en conjunto para la variable rendimiento en las tres localidades, los resultados para la prueba de hipótesis marginales se muestran en el cuadro 28, se aprecia que el valor de R² es de 0.84, valor cercano a uno, lo que revela que los datos analizados presentan un comportamiento adecuado en el manejo del experimento. Estos datos indican que hay diferencias significativas entre localidades, debido a las diferentes variables climáticas. En el cuadro también se indica que la diferencia entre tratamientos es debido a la época de aplicación de la materia verde, por lo que se realizó la prueba de medias para este factor.

Cuadro 28.

Prueba de hipótesis marginales para la variable rendimiento en las tres localidades evaluadas, San Juan Ermita, Chiquimula; San Diego, Zacapa y Camotán, Chiquimula, 2016.

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	LogLik	Sigma	R ²	0	R ²	1
72	836.78	876.56	-398.39	274.71	0.84		0.91	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(INTERCEPT)	1	45	405.43	<0.0001
LOCALIDAD	2	9	52.25	<0.0001
ÉPOCA DE APLICACIÓN	2	45	4.78	0.0131
FORMAS DE APLICACIÓN	1	45	2.16	0.1485
LOCALIDAD: ÉPOCA DE APLICACIÓN	4	45	2.33	0.0703
LOCALIDAD: FORMAS DE APLICACIÓN	2	45	1.80	0.1777
ÉPOCA DE APLICACIÓN: FORMAS	2	45	0.61	0.5499
LOCALIDAD: ÉPOCA DE APLICACIÓN	4	45	0.43	0.7878

Cuadro 29.

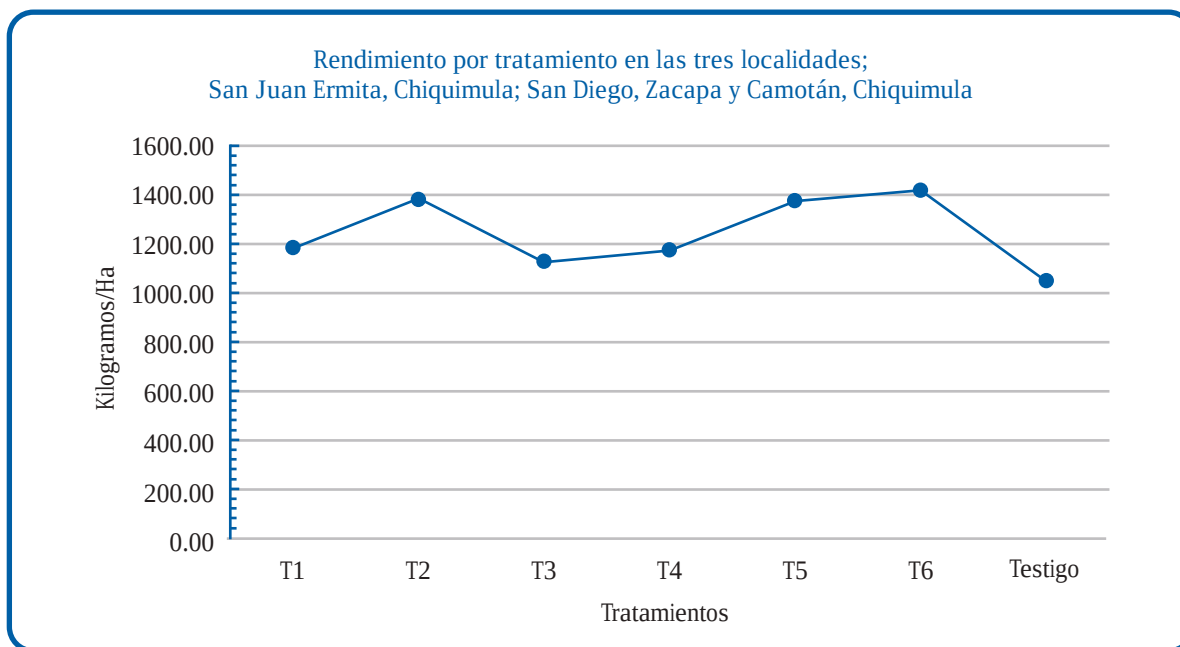
Prueba de medias ajustadas para la época de aplicación en la variable rendimiento, en las localidades de San Juan Ermita, Chiquimula; San Diego, Zacapa y Camotán, Chiquimula.

ÉPOCA DE APLICACIÓN	MEDIAS	E. E.	
0 DAS	1395.49	78.17	A
20 DAS	1281.32	78.17	B
10 DAS	1150.56	78.17	B

En el cuadro 29, se presenta la prueba de medias para la época de aplicación de la materia verde, en el análisis conjunto entre localidades. Se observa que las mejores épocas para aplicar la materia verde es el mismo día de la siembra y 20 días antes de la siembra; se obtuvo una media de 1395.49 y 1281.32 kg/ha, respectivamente para estas épocas de aplicación. La hipótesis planteada al inicio de la investigación no es aceptada, pues existen diferencias estadísticamente significativas entre las épocas de aplicación de la materia verde de madre cacao (*G. sepium*).

En la figura 4 se presentan los resultados obtenidos por tratamiento en las tres localidades evaluadas en el estudio.

Figura 4.
Rendimiento en Kg/ha obtenido por tratamiento en las tres localidades,
San Juan Ermita, Chiquimula; San Diego, Zacapa y Camotán, Chiquimula, 2016.



Debido al período de sequía intenso que se tuvo durante el año 2016, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, realizó un monitoreo en el departamento de Chiquimula para estimar las pérdidas registradas en la producción de frijol en monocultivo. El porcentaje de pérdidas en la producción de frijol en el municipio de Camotán fue de 57%, en el municipio de San Juan Ermita fue de 75%; el monitoreo no abarcó el municipio de San Diego, Zacapa; pero debido a condiciones climáticas similares, se puede asumir que el porcentaje de pérdida en este municipio fue también cercano al 75%.

El MAGA también estimó la producción promedio obtenida en los municipios; en San Juan La Ermita la producción promedio fue de 308 kg/ha, mientras que los mejores rendimientos obtenidos en la investigación en esta comunidad fueron de 1241.46 y 1221.46; correspondientes a incorporación por medio de surco abonero el mismo día de la siembra y la aplicación superficial el mismo día de la siembra, respectivamente.

Estos valores indican que en la investigación se obtuvo una producción mayor a los 6.81 quintales/ha promedio reportada por el MAGA para el municipio. Con la incorporación de biomasa el día de la siembra se obtuvo 1241.46 Kg/ha equivalente a 27.31 qq/ha, 20.5 qq/ha más con el mejor tratamiento.

En San Diego, Zacapa, se estimó un rendimiento promedio municipal de 275 kg/ha. Los resultados obtenidos en los mejores tratamientos fueron de 643.33 y 636.25 kg/ha, correspondientes a la incorporación por medio de surco abonero 20 días antes de la siembra y aplicación superficial 20 días antes de la siembra, respectivamente. El rendimiento obtenido en el testigo en esta localidad fue de 494.17 kg/ha. El rendimiento obtenido en la investigación para la siembra en monocultivo supera al rendimiento del municipio debido al control, manejo y los riegos de auxilio realizados durante el desarrollo de la investigación. El rendimiento de los mejores tratamientos superan al testigo en un porcentaje superior al 125% y a los rendimientos del municipio en un 230%.

En la localidad de Camotán, Chiquimula, el rendimiento promedio del municipio fue de 250 kg/ha. El rendimiento obtenido en el testigo en esta localidad fue de 1603.54 kg/ha. Los resultados obtenidos en los mejores tratamientos fueron de 2532.08 y 2330.42 kg/ha, correspondientes a la incorporación por medio de surco abonero el mismo día de la siembra y aplicación superficial el mismo día de la siembra, respectivamente. Al comparar el rendimiento en los mejores tratamientos con el rendimiento del testigo y el rendimiento promedio del municipio se obtiene en los tratamientos un rendimiento superior en un 145% y un 900%, respectivamente.

En el análisis conjunto de las tres localidades se determinó que el tratamiento con mejor rendimiento es el tratamiento 6 con una media de 1416.74 kg/ha, seguido del tratamiento 5 con 1374.24 kg/ha; correspondientes a la incorporación por medio de surco abonero el mismo día de la siembra y distribución superficial el mismo día de la siembra, respectivamente. Al comparar estos rendimientos con el promedio del testigo en las localidades evaluadas, el cual es de 1048.86 kg/ha, se obtiene que el tratamiento 6 supera al testigo en un 35% y el tratamiento 5 en un 31%.

6.5 Análisis financiero en conjunto para las tres localidades

Se realizó un análisis financiero con el objeto de calcular los beneficios monetarios de la producción de frijol utilizando tres épocas y dos formas de incorporación de materia verde en el sistema agroforestal “Kuxur rum”. Se utilizó el indicador de la relación beneficio/costo para identificar cuál es el tratamiento que generó mayores beneficios económicos. El precio de venta del frijol se consideró en Q 400.00 por quintal u Q8.80 por kilogramo. En el cuadro 30 se resumen los resultados del análisis financiero de los tratamientos que demostraron diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento.

Cuadro 30.

Resumen de análisis económico para la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en los tratamientos T6, T5 y T2 en las localidades de San Juan Ermita, Chiquimula; San Diego, Zacapa y Camotán, Chiquimula, 2016.

Tratamiento	Descripción	Egreso total	Ingreso total	R B/C
T6	Incorporado, 0 DAS	Q10,327.89	Q12,465.55	1.21
T5	Superficial, 0 DAS	Q9,017.89	Q12,903.58	1.43
T2	Incorporado, 0 DAS	Q10,327.89	Q12,137.93	1.18

En este estudio se determinó que el tratamiento 5 tiene el mejor indicador de relación beneficio/costo, ya que supera al tratamiento 6 y 2. A pesar de obtener menor rendimiento que el tratamiento 6, el tratamiento 5 es más rentable debido a que se utiliza menor mano de obra en la aplicación de la materia verde y su costo es menor.

El tratamiento 6 puede ser el más viable para aquellos pequeños agricultores que disponen de mano de obra familiar, porque los miembros de la familia realizan las actividades requeridas en el sistema. El realizar el trabajo de incorporación de la materia verde puede generar un mayor ingreso para estas familia, debido a que se obtienen mejores rendimientos.

7. CONCLUSIONES

- Los tratamientos evaluados presentan diferencias significativas para la variable altura de la planta en las tres localidades; las diferencias observadas se deben principalmente a la forma de aplicación de la materia verde, pues la incorporación por medio de surco abonero fue la que presentó mejor resultado.
- Se encontró diferencia estadísticamente significativa para la variable días a floración únicamente en la localidad de San Diego, Zacapa, como efecto del tratamiento 6, en el cual se incorporó la materia verde en el suelo el día de la siembra.
- En el análisis de la variable vainas por planta y granos por vaina no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos de las tres localidades, los promedios de los tratamientos oscilaron entre seis y ocho vainas por planta y cinco granos por vaina.
- En la variable rendimiento solamente se encontraron diferencias significativas en la localidad de Camotán, Chiquimula, diferencia que se atribuye a la época de incorporación. La mejor época para incorporar la materia orgánica en esta localidad es el mismo día de la siembra, seguido de 20 días antes de la siembra. La media para estas épocas de incorporación fueron de 2431.25 kg/ha y 2050.31 kg/ha respectivamente.
- En el análisis conjunto se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre localidades, debido a las condiciones climáticas que se presentaron durante el desarrollo de la investigación. Se determinó que los tratamientos T6, T2 y T5 son los que presentaron mejor rendimiento, esto implica que la mejor época de incorporación es 0 y 20 días antes de la siembra, utilizando surco abonero y 0 días antes de la siembra de manera superficial.
- A pesar que el tratamiento 6 obtuvo el mejor rendimiento, fue el tratamiento 5 el tratamiento más rentable con una relación Beneficio/Costo de Q 1.43, ya que al podar y dispersar la materia verde sobre el suelo el mismo día de la siembra, se utiliza menos mano de obra.
- La producción de frijol (*P. vulgaris*) en el sistema agroforestal Kuxur rum es una alternativa viable ante la situación ambiental que se presenta en la actualidad, a pesar de la escasa precipitación pluvial, en el corredor seco de Guatemala y la presencia de babosa del frijol (*Vaginulus plebeiu*) que tiene incidencia en este sistema agroforestal, en los ensayos se obtuvo mejores rendimientos comparados al sistema de frijol en monocultivo; los mejores tratamientos presentaron una producción superior en un promedio de 23% respecto a los testigos de las localidades evaluadas.

8. RECOMENDACIONES

- Fomentar el establecimiento del sistema agroforestal "Kuxur rum" asociado con el cultivo de frijol (*P. vulgaris*) en las localidades del corredor seco de Guatemala que tengan mayor susceptibilidad a los períodos de sequía, ocasionados por el cambio climático.
- Si se pretende obtener plantas de frijol (*P. vulgaris* L) de mayor altura, se recomienda incorporar la materia verde de madre cacao (*G. sepium*) por medio de surco abonero, esta recomendación es aplicable para las tres localidades evaluadas. Para las variables días a floración, vainas por plantas y granos por vaina se recomienda la aplicación de materia verde de forma superficial, ya que resulta ser más fácil y no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos evaluados.
- Para asegurar un buen rendimiento del cultivo de frijol (*P. vulgaris* L) en el sistema agroforestal Kuxur rum se recomienda incorporar la materia verde por medio de surco abonero el mismo día de la siembra, pues esta interacción ofrece uno de los mejores resultados en las tres localidades.
- Para obtener mayor rentabilidad en el sistema agroforestal "Kuxur rum" se aconseja aplicar la materia verde de manera superficial el mismo día de la siembra, porque no existe diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento y las formas de aplicación; y el costo de la aplicación superficial es menor.
- Con la finalidad de cumplir con el modelo tecnológico propuesto por el ICTA de generación y validación de tecnología, se propone que los tratamientos T2, T5 y T6 sean evaluados en un mayor número de localidades, para que el programa CRIA genere una tecnología validada aplicable al sistema "Kuxur rum".
- Continuar investigando diferentes épocas de aplicación de la materia verde, incluyendo períodos de aplicación posteriores a la siembra, para evaluar su efecto sobre el rendimiento del cultivo y la incidencia de babosa del frijol (*Vaginulus plebeiu*) en el sistema agroforestal.

9. BIBLIOGRAFÍA

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); TECA (Tecnología y prácticas para pequeños productores agrarios). 2016. Buenas prácticas de Sistemas Agroforestales - El Sistema tradicional Kuxur rum en Guatemala para fortalecer la resiliencia a la época de canícula en la Región de Ch'ortí, Guatemala. (en línea). Guatemala, GT. Consultado el 5 de jun. 2016. Disponible en [www.http://teca.fao.org/es/read/8633](http://teca.fao.org/es/read/8633)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); IITA (Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Nigeria). 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelo: Abonos verdes. Roma, Italia. p. 99
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2014. Situación del frijol negro, abril del 2014. Guatemala. p. 3
- Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales, principios y administraciones en los trópicos: ¿Qué son los sistemas agroforestales?, cultivo en callejones. San José, Costa Rica. 2 ed. San José, Costa Rica. Organización para estudios tropicales. P. 17,76-79
- Posada Quinteros, KE. 2012. Impacto del Sistema Agroforestal Kuxur rum en la sostenibilidad de los medios de vida de las familias rurales en Camotán y Jocotán, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. P.25.

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis de suelo del tratamiento 1 realizado el día de la siembra en la localidad de San Diego, Zacapa.



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- LABORATORIO DE SUELOS

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Alberto Gonzalez	No. Muestra: 01
Nombre de Finca:	Fecha: 30/01/2017
Localización: Aldea El Porvenir, San Diego, Zacapa	Teléfono:
Identif. de la muestra: T1	
Cultivo:	

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura

% Arcilla	
% Limo	
% Arena	

MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultado	4.30	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES		RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
				Bajo	Adecuado	Alto
pH	Unidades	6.86	5.5 - 7.5			
Nitrogeno	N ppm		-			
Fósforo	P ppm	86.55	20 - 40			
Potasio	K ppm	481.11	125 - 200			
Calcio	Ca meq/100 grs	10.99	3 - 6			
Magnesio	Mg meq/100 grs	1.26	1.5 - 2			
Hierro	Fe ppm	34.50	30 - 50			
Cobre	Cu ppm	1.85	2 - 3.5			
Manganeso	Mn ppm	32.50	30-50			
Zinc	Zn ppm	2.50	3 - 6			

RECOMENDACIONES POR MANZANA

--

Coordinador de Laboratorio de Suelos



Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

Anexo 2.

Análisis de suelo del tratamiento 2 realizado el día de la siembra en la localidad de San Diego, Zacapa.



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-

LABORATORIO DE SUELOS

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula

Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Alberto Gonzalez	No. Muestra: 02
Nombre de Finca:	Fecha: 30/01/2017
Localización: Aldea El Porvenir, San Diego, Zacapa	Teléfono:
Identif. de la muestra: T2	
Cultivo:	

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura

% Arcilla	
% Limo	
% Arena	

MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultado	4.00	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES		RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
				Bejo	Adecuado	Alto
pH	Unidades	6.83	5.5 - 7.5			
Nitrogeno	N ppm		-			
Fósforo	P ppm	60.63	20 - 40			
Potasio	K ppm	449.92	125 - 200			
Calcio	Ca meq/100 grs	10.90	3 - 6			
Magnesio	Mg meq/100 grs	1.24	1.5 - 2			
Hierro	Fe ppm	36.00	30 - 50			
Cobre	Cu ppm	2.00	2 - 3.5			
Manganeso	Mn ppm	32.00	30-50			
Zinc	Zn ppm	2.85	3 - 6			

RECOMENDACIONES POR MANZANA

--

Coordinador del Laboratorio de Suelos -CUNORI-



Los resultados de este informe son válidos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

Anexo 3.

Análisis de suelo del tratamiento 3 realizado el día de la siembra en la localidad de San Diego, Zacapa.



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- LABORATORIO DE SUELOS

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Alberto Gonzalez	No. Muestra: 03
Nombre de Finca:	Fecha: 30/01/2017
Localización: Aldea El Porvenir, San Diego, Zacapa	Teléfono:
Identif. de la muestra: T3	
Cultivo:	

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura

% Arcilla	
% Limo	
% Arena	

MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultado	4.10	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES		RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
				Bajo	Adecuado	Alto
pH	Unidades	7.03	5.5 - 7.5			
Nitrogeno	N ppm		-			
Fósforo	P ppm	50.00	20 - 40			
Potasio	K ppm	372.91	125 - 200			
Calcio	Ca meq/100 grs	8.15	3 - 6			
Magnesio	Mg meq/100 grs	1.22	1.5 - 2			
Hierro	Fe ppm	32.00	30 - 50			
Cobre	Cu ppm	1.80	2 - 3.5			
Manganeso	Mn ppm	34.00	30-50			
Zinc	Zn ppm	2.50	3 - 6			

RECOMENDACIONES POR MANZANA

--

Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

Anexo 4.

Análisis de suelo del tratamiento 4 realizado el día de la siembra en la localidad de San Diego, Zacapa.



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- LABORATORIO DE SUELOS

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario:	Alberto Gonzalez	No. Muestra:	04
Nombre de Finca:		Fecha:	30/01/2017
Localización:	Aldea El Porvenir, San Diego, Zacapa	Teléfono:	
Identif. de la muestra:	T4		
Cultivo:			

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura

% Arcilla	
% Limo	
% Arena	

MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultado	4.75	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES		RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
				Bajo	Adecuado	Alto
pH	Unidades	6.82	5.5 - 7.5			
Nitrogeno	N ppm		-			
Fósforo	P ppm	40.35	20 - 40			
Potasio	K ppm	475.15	125 - 200			
Calcio	Ca meq/100 grs	8.51	3 - 6			
Magnesio	Mg meq/100 grs	1.22	1.5 - 2			
Hierro	Fe ppm	36.80	30 - 50			
Cobre	Cu ppm	2.50	2 - 3.5			
Manganeso	Mn ppm	37.50	30-50			
Zinc	Zn ppm	3.00	3 - 6			

RECOMENDACIONES POR MANZANA

--

Coordinador de Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

Anexo 5.

Análisis de suelo del tratamiento 5 realizado el día de la siembra en la localidad de San Diego, Zacapa.



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- LABORATORIO DE SUELOS

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Alberto Gonzalez	No. Muestra: 05
Nombre de Finca:	Fecha: 30/01/2017
Localización: Aldea El Porvenir, San Diego, Zacapa	Teléfono:
Identif. de la muestra: T5	
Cultivo:	

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura

% Arcilla	
% Limo	
% Arena	

MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultado	4.30	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES		RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
				Bajo	Adecuado	Alto
pH	Unidades	6.61	5.5 - 7.5			
Nitrogeno	N ppm		-			
Fósforo	P ppm	68.15	20 - 40			
Potasio	K ppm	374.41	125 - 200			
Calcio	Ca meq/100 grs	9.44	3 - 6			
Magnesio	Mg meq/100 grs	1.22	1.5 - 2			
Hierro	Fe ppm	36.00	30 - 50			
Cobre	Cu ppm	2.80	2 - 3.5			
Manganeso	Mn ppm	36.00	30-50			
Zinc	Zn ppm	3.00	3 - 6			

RECOMENDACIONES POR MANZANA

--

Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-



Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

Anexo 6.

Análisis de suelo del tratamiento 6 realizado el día de la siembra en la localidad de San Diego, Zacapa.



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Alberto Gonzalez	No. Muestra: 06
Nombre de Finca:	Fecha: 30/01/2017
Localización: Aldea El Porvenir, San Diego, Zacapa	Teléfono:
Identif. de la muestra: T6	
Cultivo:	

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura

% Arcilla	
% Limo	
% Arena	

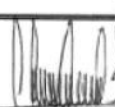
MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultado	4.60 %
Rango Adecuado	3 - 5 %

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES		RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
				Bajo	Adecuado	Alto
pH	Unidades	6.82	5.5 - 7.5			
Nitrogeno	N ppm		-			
Fósforo	P ppm	63.14	20 - 40			
Potasio	K ppm	352.06	125 - 200			
Calcio	Ca meq/100 grs	11.57	3 - 6			
Magnesio	Mg meq/100 grs	1.22	1.5 - 2			
Hierro	Fe ppm	38.50	30 - 50			
Cobre	Cu ppm	3.20	2 - 3.5			
Manganeso	Mn ppm	40.20	30-50			
Zinc	Zn ppm	3.00	3 - 6			

RECOMENDACIONES POR MANZANA



 Coordinador de Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

Anexo 7.

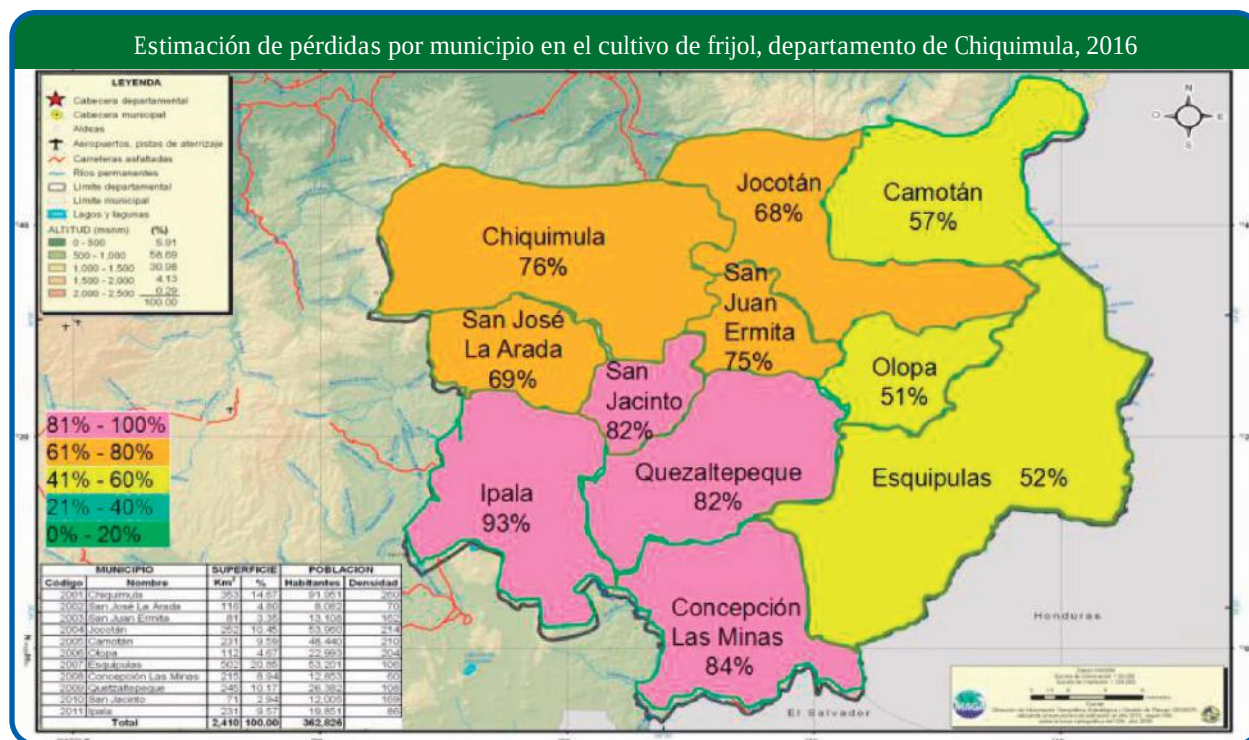
Análisis y proyección por comunidad de pérdidas del cultivo de frijol, siembra de segunda, Septiembre, 2016.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN												
UNIDAD DEPARTAMENTAL DE PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN, SEDE DEPARTAMENTAL CHIQUIMULA												
Análisis y proyección por comunidad de pérdidas del cultivo de frijol, siembra de segunda, Septiembre/2016												
FECHA DEL MONITOREO 7/11/2016 AL 11/11/2016												
ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS EN CULTIVO DE FRIJOL DE SEGUNDA 2016												
No.	Municipio	Número de Productores	Has	Has dañadas	Has perdidas	Has sin daño	Rend. qq/ha normal	Rend. con pérdidas	Produc. qq/año normal	Produc. con daño	Dism. de produc.	% de pérdida
1	Concepción Las Minas	2,508	1,341	29.8%	57.7%	12.5%	21.79	3.57	30,180.00	4,893.00	25,287.00	84%
2	Ipala	3,898	5,675	42.4%	54.5%	3.1%	24.00	1.61	136,200.00	8,800.64	127,319.36	93%
3	Jocotán	5,809	4,863	45.1%	29.9%	25.0%	10.00	3.27	48,630.00	15,555.49	33,074.51	68%
4	Olopa	2,816	515	26.9%	14.7%	58.4%	15.43	7.23	8,203.53	4,000.60	4,202.92	51%
5	Quetzaltepeque	5,379	3,550	26.5%	64.6%	8.8%	17.05	3.00	65,397.90	11,800.93	53,596.97	82%
6	San José La Arada	4,193	1,883	34.9%	40.8%	24.3%	23.73	7.02	47,309.00	14,608.50	32,700.50	69%
7	San Juan Ermita	4,338	1,849	22.5%	52.9%	24.6%	27.29	6.81	40,742.50	10,026.57	30,715.93	75%
8	Camotán	5,308	1,918	41.5%	18.2%	40.3%	13.08	5.52	25,845.00	11,032.84	14,812.16	57%
9	Chiquimula	7,182	1,705	24.9%	67.7%	7.4%	12.82	3.00	23,800.50	5,626.23	18,174.27	76%
10	San Jacinto	3,989	3,431	38.6%	48.4%	13.0%	21.47	3.85	62,770.75	11,111.45	51,659.30	82%
11	Esquipulas	1,837	1,145	53.5%	0.0%	46.5%	24.33	11.65	33,586.90	15,964.17	17,622.73	52%
	TOTALES	47,257	27,875	35.2%	40.9%	24.0%	19.18	5.14	22,666.08	113,499.93	409,166.15	71.95%

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, 2016.

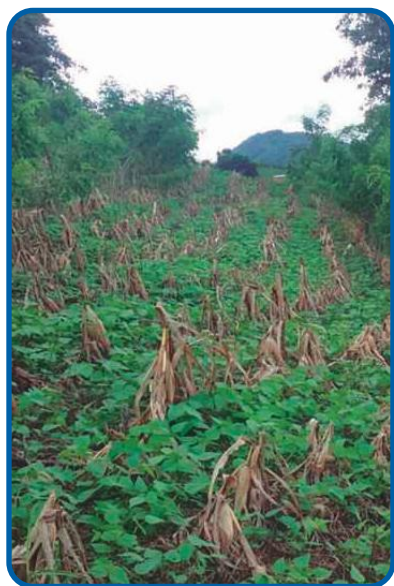
Anexo 8.

Estimación de pérdidas por municipio en el cultivo de frijol, departamento de Chiquimula, 2016.



Figuras 1, 2 y 3.

Sistema agroforestal cultivo en callejones o Kuxur rum en asocio de Madre cacao *Gliricidia sepium* y frijol negro, San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.



Cortesía Hugo R. Villafuerte V.

Figura 4.

Sistema agroforestal cultivo en callejones o Kuxur rum en asocio de Madre cacao *Gliricidia sepium* y Maiz, podado antes de la siembra de frijol, San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.



Cortesía Hugo R. Villafuerte V.

Figuras 5 y 6.

Sistema agroforestal cultivo en callejones o Kuxur rum en asocio de Madre cacao *Gliricidia sepium* y Maiz, podado para incorporar la biomasa en surco abonera antes de la siembra de frijol, San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.



Cortesía Hugo R. Villafuerte V.

Figura 7.

Día de campo en sistema agroforestal cultivo en callejones o Kuxur rum en asocio de Madre cacao *Gliricidia sepium*, Maiz y frijol, San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.



Cortesía Hugo R. Villafuerte V.