

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

Uso de leguminosas y brásicas como cultivos de cobertura para el control de malezas y nematodos en hortalizas en Zamorano, Honduras

Estudiantes

Cristhian Orlando Ruiz Castro

Josue Daniel Cerritos García

Asesores

Rony Muñoz, M.Sc.

Hugo Ramirez, Ph.D.

Miguel Cocom, Ing Agr.

Honduras, agosto 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director Departamento Ciencia y Producción Agrícola

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	14
Ubicación	14
Descripción y Distribución de los Tratamientos	14
Variables Evaluadas	14
Incidencia de Malezas.....	15
Área Foliar.....	16
Biomasa.....	16
Extracción de Nematodos.....	17
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	18
Resultados y Discusión.....	19
Incidencia de Malezas.....	19
Área Foliar.....	22
Biomasa.....	23
Densidad Poblacional de Nematodos.....	25
Conclusiones	29
Recomendaciones.....	30

Referencias.....31

Anexos.....35

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Evaluación de dos leguminosas y una brásica como cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras.....	15
Cuadro 2 Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la Incidencia de cinco predominantes malezas en 0.25 m ² a los 16 días después de siembra en Zamorano, Honduras.	20
Cuadro 3 Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la Incidencia de cinco predominantes malezas en 0.25 m ² a los 46 días después de siembra en Zamorano, Honduras.	21
Cuadro 4 Peso de materia fresca de las malezas a los 51 días después de siembra de los cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras.	21
Cuadro 5 Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la incidencia de cinco malezas predominante en 0.25 m ² a los 10 días después de la incorporación del material vegetal en Zamorano, Honduras.	22
Cuadro 6 Área foliar de los cultivos de cobertura a los 24 y 49 días después de siembra (DDS) en Zamorano, Honduras.	22
Cuadro 7 Efecto de los cultivos de cobertura en el aporte de biomasa como materia seca(MS) y materia fresca (MF), para uso como potencial incorporación de materia orgánica al suelo a los 51 DDS.	24
Cuadro 8 Análisis de macronutrientes en el tejido vegetal de los cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras.....	25
Cuadro 9 Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la población de nematodos a los 15 días antes de siembra (DAS), 30 y 66 días después de siembra (DDS) en Zamorano, Honduras.	26

Índice de Figuras

Figura 1 Identificación de nematodos entre fito-parásitos y de vida libre por tratamiento a los 66 DDS en Zamorano, Honduras.	27
--	----

Índice de Anexos

Anexo A Distribución espacial aleatoria de los tratamientos de cultivo de cobertura en lote 2B en la unidad de Olericultura Extensiva, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.....	35
Anexo B Conteo de malezas por especie en 0.25 metros cuadrados.....	36
Anexo C Digestión foliar por H ₂ SO ₂ y H ₂ O ₂ para la determinación de potasio en el Laboratorio de Suelos de Zamorano, Honduras.....	37
Anexo D Extracción de Nematodos por centrifugación - flotación.	38
Anexo E Análisis de suelo del lote 2C al lado del lote 2B de la unidad de Olericultura Extensiva de Zamorano, Honduras.	39
Anexo F Malezas identificadas en el estudio en el lote 2B de Zamorano, Honduras.....	40

Resumen

El uso de especies como leguminosas y brásicas como cultivos de cobertura se consideran una alternativa para reducir el uso de herbicidas e incluso plaguicidas por el efecto biofumigante que algunos de estos pueden tener, especialmente sobre nematodos y malezas. Como objetivos se quiere demostrar la eficiencia de estos cultivos de cobertura para la supresión de malezas y de nematodos y el desarrollo de los mismos en área foliar y aporte de biomasa. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos, los cuales fueron: *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata*, *Brassica oleracea*, y Testigo sin cobertura. Las variables evaluadas fueron: incidencia de malezas, área foliar, biomasa y densidad poblacional de nematodos. Se realizaron muestreos de malezas en los cuales se analizaron las cinco más predominantes. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las especies de malezas *Cyperus esculentus* y *Eleusine indica* en el tratamiento de *Brassica oleracea* a los 16 días después de siembra. *Crotalaria juncea* mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en área foliar al día 49 después de siembra y fue el tratamiento que aportó mayor biomasa al suelo. Asimismo, *Crotalaria juncea* mostró nuevamente diferencias significativas ($P < 0.05$) en densidad poblacional de nematodos al día 66 después de siembra con el menor número de nematodos en 200 gramos de suelo. No se encontraron resultados consistentes de un control sobre malezas para los cuatro tratamientos, mientras si se encontraron para nematodos con el tratamiento *Crotalaria juncea*.

Palabras clave: Agricultura, alternativa, control de malezas, efecto biofumigante, Crotalaria.

Abstract

The use of species such as legumes and brassicas as cover crops is considered an alternative to reduce the use of herbicides and even pesticides due to the biofumigant effect that some of these can have, especially on nematodes and weeds. The objectives were to demonstrate the efficiency of these cover crops for the suppression of weeds and nematodes and their development in leaf area and biomass contribution. A completely randomized block design with four treatments was used: *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata*, *Brassica oleracea*, and control without cover crop. The variables evaluated were: weed incidence, leaf area, biomass and population density of nematodes. Weed sampling was carried out and the five most predominant weeds were analyzed. Significant differences ($P < 0.05$) were found for the weed species *Cyperus esculentus* and *Eleusine indica* in the *Brassica oleracea* treatment 16 days after sowing. *Crotalaria juncea* showed significant differences ($P < 0.05$) in leaf area at day 49 after sowing and was the treatment that contributed the greatest biomass to the soil. Likewise, *Crotalaria juncea* again showed significant differences ($P < 0.05$) in nematode population density at day 66 after planting with the lowest number of nematodes in 200 grams of soil. No consistent results were found for weed control for the four treatments, while consistent results were found for nematodes with the *Crotalaria juncea* treatment.

Keywords: Agriculture, alternative, weed control, biofumigant effect, *Crotalaria*.

Introducción

Una de las particularidades más comunes de la agricultura es el uso de grandes cantidades de fertilizantes artificiales y plaguicidas, que nos permiten incrementar de una manera considerable la producción de cultivos (Rüegg et al. 2007). Existe una creciente inquietud en las últimas décadas con respecto al medio ambiente, por ende, esto ha creado un aumento de la demanda de alimentos que son producidos con un nivel bajo o incluso sin agroquímicos en los países industrializados (Hollander et al. 2007). Los cultivos de cobertura se han convertido en una opción factible para la agricultura, debido a los beneficios que ofrece a la fertilidad del suelo y el rendimiento del cultivo (Smith et al. 1987). Algunas aportaciones que ofrecen los cultivos de cobertura incluyen: control de erosión, reducción de escorrentía, mayor infiltración, retención de humedad, facilidad de labranza del suelo, disponibilidad de nutrientes y control de malezas (Teasdale 1993).

Según Reeves (2018) los cultivos de cobertura se definen tradicionalmente como cultivos que se utilizan para cubrir el suelo, protegerlo de la erosión y de la pérdida de nutrientes de las plantas por lixiviación o escorrentía. Solamente reemplazar los herbicidas por otras medidas de control directo, es insuficiente. Por ejemplo, la dependencia del desmalezado mecánico es indeseable, ya que causa daño a la estructura del suelo, hay un mayor riesgo de daño por lluvias a cultivos y una dependencia a condiciones climáticas. El deshierbe manual es usado a menudo; esto requiere de una gran cantidad de mano de obra, siendo así una alternativa costosa. Por ende, el control de malezas no se puede resolver simplemente con el control químico (Riemens et al. 2007).

La práctica de cultivo de cobertura se considera una estrategia que protege los suelos, sobre todo en barbechos largos de otoño a invierno reduciendo de esa manera el efecto de erosión de las lluvias de primavera y verano. Consiste en la siembra de plantas, generalmente especies forrajeras, gramíneas o leguminosas, que su propósito final no es el pastoreo animal ni la cosecha de granos (Capurro 2015). Con respecto al control de malezas, el uso de cultivos de cobertura y el mulch pueden reducir la germinación y el desarrollo de las semillas de malezas (Weston 1996; Ohno et al. 2000)

De acuerdo con Pound (1999), en las tierras tropicales bajas, los cultivos de cobertura juegan un papel importante en el control de malezas, manejo de la fertilidad del suelo e intensificación de los sistemas agrícolas. Los cultivos de cobertura que son sembrados en períodos comprendidos entre dos cultivos, tienen el potencial de orientar el sistema de producción a un sistema más ecológico para el control de maleza, asimismo, la incorporación de residuos de los mismos pueden reducir o suprimir la incidencia de malezas (Kruidhof et al. 2008)

Las malezas son plantas que compiten con los cultivos por recursos limitados como los nutrientes, el agua y la luz. Estas especies se interponen además con la cosecha del cultivo e incrementan los costos de producción. Por lo tanto, la presencia de malezas en las áreas de los cultivos reduce la eficiencia de los recursos como los fertilizantes, el agua de riego, fortalecen la población de otros organismos como plagas y reducen drásticamente el rendimiento y calidad del cultivo (FAO 1994).

En México las prácticas tradicionales de control de malezas utilizan leguminosas como cultivos de cobertura. Las leguminosas utilizadas en estas prácticas juegan un papel importante en los agro ecosistemas al proteger el suelo de la erosión y enriquecerlo con materia orgánica y nitrógeno a través de la simbiosis de organismos como *Rhizobium* (Caamal Maldonado et al. 2001). Se pueden utilizar muchos tipos de especies vegetales como cultivos de cobertura. Las leguminosas y las gramíneas son las más utilizadas, pero ha surgido un interés creciente en el uso de brásicas como cultivo de cobertura (Magdoff y van Es 2000). Los cultivos de la familia Brassicaceae contiene glucosinolatos, que se hidrolizan y crean sustancias o compuestos tóxicos para plantas, hongos, nematodos y algunos insectos. También aporta a la reducción de densidad y biomasa de malezas, contribuyendo al manejo de las mismas en sistemas de producción (Haramoto y Gallandt 2005).

Chitwood (1992) afirma que los nematodos fitopatógenos causan una pérdida estimada de rendimiento en cultivos de 14.6% en los países tropicales y subtropicales. Los cultivos de cobertura de brásicas, se cree que juegan un rol en el manejo de nematodos, malezas y enfermedades al liberar

sustancias químicas compuestas de residuos en descomposición. La colza (*Brassica napus*) y otros cultivos de brásicas pueden actuar como biofumigantes, reduciendo las plagas del suelo, en especial los patógenos de raíces y los nematodos de las plantas (Clark 2008).

La biofumigación se refiere a la supresión de plagas y patógenos por medio de compuestos biocidas liberados en el suelo, cuando los glucosinolatos producidos en especies como las brásicas se hidrolizan (Sarwar et al. 1998). La técnica de biofumigación, que implica incorporar materia vegetal cortada mecánicamente en el suelo para controlar nematodos, se ha convertido en una alternativa atractiva para el manejo de los mismos (Dutta et al. 2019). Se necesita de mayor investigación para aclarar estas variables que inducen a la liberación de toxinas y de compuestos químicos involucrados en el proceso, pero podría convertirse en una excelente herramienta para el control de nematodos (Magdoff y van Es 2000). Especies como el brócoli, coliflor, canola y otras brásicas han sido evaluadas para ser usadas en rotaciones de cultivos por sus reacciones biofumigantes sobre plagas de suelo (Noling 2002).

La producción de hortalizas en los Estados Unidos requiere normalmente de una cantidad numerosa de agroquímicos para mantener la fertilidad y el control de enfermedades, insectos, y malezas (Francis y King 1988). El manejo de malezas puede ser especialmente difícil en cultivos de hortalizas por la limitada cantidad de herbicidas registrados y el grado de control que deben de tener para mantener rendimientos aceptables. El control de malezas es el problema más común en los productores de hortalizas que desean reducir el uso de agroquímicos. El interés en biofumigación ha aumentado recientemente en la producción de hortalizas debido a la prohibición de varios productos químicos sintéticos y fumigantes (Sarwar et al. 1998). Los cultivos de cobertura pueden ser manejados para mejorar el control de malezas dejando sus residuos en la superficie como mulch (Teasdale 1993).

Tomando en cuenta estos antecedentes, esta investigación plantea los siguientes objetivos:

evaluar el crecimiento y desarrollo de los cultivos de cobertura: *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata* y *Brassica oleracea*, para estimar su aporte de cobertura y biomasa;

determinar la eficiencia de cultivos de cobertura usando dos especies de leguminosas (*Crotalaria juncea* y *Vigna unguiculata*) y una de Brásica (*Brassica oleracea*) para la supresión de malezas; y, demostrar si las especies de cultivos de cobertura utilizadas en la investigación tiene un efecto sobre nematodos.

Materiales y Métodos

Ubicación

La investigación se realizó entre los meses de febrero a julio del año 2021, en el lote 2B en la unidad de Olericultura Extensiva, de Zona 3 de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La cual se encuentra ubicada en el Valle del Yegüare, Departamento de Francisco Morazán. Esta localidad se encuentra ubicada a 14°00' de latitud Norte y a 87°00' de longitud Oeste. El cual se localiza a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 1200 mm y una temperatura promedio alrededor de 28 a 30 °C.

Descripción y Distribución de los Tratamientos

El estudio consistió en evaluar tres especies como cobertura vegetal: dos de ellas leguminosas (*Crotalaria juncea* L. y *Vigna unguiculata*) y una brásica (*Brassica oleracea*), los cuales fueron comparados con un testigo sin cobertura (Cuadro 1). El experimento se estableció en 3 camas de 75 metros de largo y con una distancia entre cama de 1.50 metros. La cama central fue utilizada para la toma de datos.

La siembra de los cultivos de cobertura se realizó a doble hilera. Las leguminosas a un distanciamiento entre planta de 0.10 metros y distanciamiento entre hilera de 0.30 metros para un total de 133,333 plantas por hectárea. Las brásicas se trasplantaron de igual forma, a doble hilera con una distancia de 0.30 metros entre planta y 0.30 metros entre hilera, para obtener un total 44,400 plantas por hectárea.

Variables Evaluadas

Para evaluar los tres cultivos de cobertura se tomaron datos de incidencia de malezas, área foliar, aporte de biomasa y densidad poblacional de nematodos. Estos tratamientos se compararon con un testigo sin cobertura.

Cuadro 1

Evaluación de dos leguminosas y una brásica como cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras.

Número	Tratamiento	Descripción
1	<i>Crotalaria juncea</i>	Erecta, anual de días cortos de 1 a 4 metros de altura. Posee hojas elípticas y oblongas con vellosidades alrededor del tallo (Li et al. 2000).
2	<i>Vigna unguiculata</i>	Planta herbácea y neutral al fotoperiodo. Precoz y rastrera de crecimiento rápido. Poseen hojas trifoliadas y son plantas de clima tropical (Oporta y Rivas 2006).
3	<i>Brassica oleracea</i>	Cultivo anual de 0.60 a 1 metro de altura. Produce un pella color verde de 15 cm de diámetro. Contiene compuestos químicos anti-cancerígenos conocidos como glucosinolatos (Zamora 2016).
4	Testigo	Sin cobertura.

Incidencia de Malezas

Para estimar la incidencia de malezas se realizaron conteos a los 16, 46 y 66 días después de la siembra (DDS) de los cultivos de cobertura. El muestreo se realizó en la cama central de cada unidad experimental. Haciendo uso de un marco de madera con medidas de 0.5 x 0.5 metros, se cuantificó cada especie de maleza que se encontraba en el cuadro, con la ayuda de la Guía fotográfica para la identificación de malezas: Parte I (Muñoz y Pitty 1994) y Parte II (Pitty y Molina 1998). Después del primer conteo de malezas, a los 22 días después de siembra se realizó un desmalezado, para que las malezas no afectaran el desarrollo de los cultivos de cobertura. En el segundo muestro, se tomó el dato de peso fresco de las malezas que se encontraban en un metro cuadrado por cada uno de los tratamientos y de esta forma conocer el desarrollo de las malezas bajo la presión de los cultivos de cobertura. Una vez realizada la incorporación de los cultivos de cobertura, 10 días después se procedió a estimar la población de las malezas y la germinación que presentaba cada especie. Del total de malezas encontradas, se tomaron las cinco especies más representativas y se evaluaron por cada tratamiento en cada muestreo,

Área Foliar

Se realizaron muestreos del área foliar de las tres especies de cultivos de cobertura, a los 24 y 49 DDS. Para evaluar el área foliar, se ubicó un metro cuadrado en la cama central de cada unidad experimental y se tomaron 10 plantas que se encontraban dentro del metro cuadrado. El área se calculó midiendo la altura y el ancho de cada planta, de la suma de las 10 áreas se obtiene el resultado del área total de las plantas en un metro cuadrado.

Biomasa

A los 51 DDS, cuando los cultivos de cobertura comenzaron a llegar a floración, se extrajeron de un metro cuadrado 10 plantas de las leguminosas y cuatro de brócoli sin raíces por cada unidad experimental. Se estimó el peso fresco con ayuda de una balanza digital Maxi House y se picaron en trozos pequeños. Una vez picados, se tomó una muestra de 454 gramos de cada tratamiento con sus repeticiones y fueron enviadas al Laboratorio de Suelos para analizar el porcentaje de materia seca y nutrientes.

En el Laboratorio de Suelos de Zamorano, para el análisis de materia seca, las muestras se pesaron en 300 gramos de peso fresco de cada una y se colocaron en un horno a 105°C por cinco días. Al salir del horno las muestras se volvieron a pesar para obtener el aporte de materia de seca.

Por cada tratamiento se analizó la proporción de nitrógeno, fósforo y potasio en tejido vegetal de cada tratamiento. El nitrógeno se midió por método de Kjeldahl. El potasio se midió mediante el proceso de digestión húmeda con ácido dioxosulfúrico (H_2SO_2) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2), determinados por absorción atómica. De la misma forma, el fósforo se cuantificó por el mismo método de digestión húmeda con ácido dioxosulfúrico (H_2SO_2) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2), pero fueron determinados por espectrofotometría. A los 51 DDS, se procedió a cortar las plantas y picarlas sobre la cama con la ayuda de un machete. Luego se procedió a voltear el suelo de manera manual utilizando piocha y azadón, incorporando el material vegetal en el suelo de cada uno de los tratamientos.

Extracción de Nematodos

Para estimar la población de nematodos en el suelo, se realizó un muestro de suelo a los 15 días antes de siembra, 30 DDS y 15 días después de la incorporación de los cultivos de cobertura. Para este proceso se recolectaron cuatro muestras al azar con ayuda de un barreno, se homogenizaron y se tomaron 400 gramos de suelo por cada unidad experimental. En el laboratorio se tomaron 200 gramos de suelo de cada muestra y se colocaron en un recipiente con un Litro de agua, se mezclaron por un minuto, seguidamente se dejó reposar 30 segundos y el sobrenadante se filtró por un tamiz de 400 mallas. Luego se obtuvieron 8 muestras en tubos de ensayo de 50 ml. Estas muestras se extrajeron utilizando el método de centrifugación-flotación, en donde las muestras se centrifugaron a 3000 rpm durante tres minutos y el sobrenadante se desechó. Posteriormente, el sedimento de cada muestra se mezcló con una solución de 454 gramos de azúcar en un Litro de agua y nuevamente se centrifugaron las muestras a 3000 rpm por tres minutos. Una vez centrifugadas las muestras se procedió a recolectar el sobrenadante de cada tubo de ensayo utilizando un tamiz de 500 mallas y lo que quedó sobre el tamiz se recolectó midiendo 10 mL en tubos de ensayos por cada muestra y se identificaron según cada unidad experimental.

El conteo se realizó mediante dilución, extrayendo 1 mL y colocando cinco gotas en una placa Petri y se montó en un estereoscopio para realizar el conteo, este proceso se repitió por cada una de las muestras. En la identificación con ayuda de una micro-pipeta, se extrajeron un número significativo de nematodos y se colocaron en un porta-objetos para posteriormente observarlos en el microscopio. Partiendo de su aparato bucal, diferenciamos los nematodos Fito-parásitos de los de vida libre. Los nematodos que parasitan plantas se diferencian de otros nematodos que se alimentan de otros organismos, ya que estos poseen una estructura especializada que favorece a su alimentación y se conoce como estilete con forma de lanza (Coyne et al. 2007).

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se usó un diseño de bloques completamente aleatorizados de 4.68 metros por tratamiento y con cuatro repeticiones por cada tratamiento, para un total de 16 unidades experimentales en un área total de 337.5 m². Las variables incidencia de malezas, área foliar, biomasa y densidad poblacional de nematodos se evaluaron por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) y para determinar diferencias entre los tratamientos se compararon las medias utilizando la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) en el software de R studio 4.1.0.

Resultados y Discusión

Incidencia de Malezas

Al día 16 después de siembra, se realizó el primer conteo e identificación de las malezas presentes, donde se encontraron 14 malezas: *Sorghum halapense*, *Eleusine indica*, *Leptochloa filiformis*, *Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa colona*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus*, *Amaranthus spp.*, *Kallstroemia máxima*, *Eclipta alba*, *Lepidium virginicum*, *Portulaca oleracea*, *Bidens pilosa*, y *Malvastrum coromandelianum*, sin embargo, se filtraron a solamente cinco malezas, seleccionando así las más predominantes en el conteo, las cuales fueron: *Eleusine indica*, *Eclipta alba*, *Portulaca oleracea*, *Cyperus esculentus*, y *Echinochloa colonum*.

En el primer muestreo de malezas realizado a los 16 DDS, se encontró una interacción significativa entre las variables tratamiento y especie de maleza, encontrando de esa manera diferencias significativas ($P < 0.05$) en el tratamiento de *Brassica oleracea* para las especies de malezas de *Cyperus esculentus* y *Eleusine indica* con el mayor conteo de 45/m² y 302/m². Se puede ver un efecto directo de la baja cobertura foliar que proporcionaba *Brassica oleracea* en ese momento en comparación con los otros tratamientos como *Crotalaria juncea* y *Vigna unguiculata*, los cuales ya poseían una mayor cobertura foliar al día 16. Durante la etapa vegetativa de *Brassica oleracea* presentó un desarrollo foliar menor, lo cual permitía un mayor ingreso de luz al suelo y favorecía a la germinación de malezas. La *Brassica oleracea* compite exitosamente con la presión de malezas después de floración o en su etapa final de desarrollo por la cobertura que estas plantas alcanzan, es por eso, que el control de malezas es recomendable hacerlo con productos pre trasplante y post emergente (Toledo 2003). Mientras, *Crotalaria juncea* y *Vigna unguiculata* presentaron un crecimiento más acelerado con mayor área foliar (Cuadro 2).

Cuadro 2

Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la Incidencia de cinco predominantes malezas en 0.25 m² a los 16 días después de siembra en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Eclipta alba</i>	<i>Eleusine indica</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Brassica oleracea</i>	45.5 a	33.6	94.9 a	302.6 a	35.6 a
<i>Vigna unguiculata</i>	23.7 b	36.6	75.1 b	247.2 bc	36.6 ab
<i>Crotalaria juncea</i>	24.7 b	39.6	90 ab	261 b	47.5 b
Testigo	14.8 c	29.7	135.5 c	230.4 c	41.5 ab

Nota. abc medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

En el día 46 DDS se realizó un segundo muestreo para evaluar la incidencia de población de las mismas cinco especies de malezas con los cultivos de cobertura más desarrollados y establecidos. Se presentó una interacción significativa ($P < 0.05$) entre las variables tratamiento y especie de maleza, por ende, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el tratamiento Testigo para la maleza *Cyperus esculentus* con el mayor conteo de esta especie, el cual fue de 135/m². No se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) para los demás tratamientos y las cinco malezas predominantes (Cuadro 3). Sin embargo, a los 51 DDS al tomar el peso fresco de las malezas, testigo mostró tener diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Testigo presentó un mayor peso fresco de malezas (Cuadro 4). Esto refleja que los cultivos de cobertura al limitar el paso de luz influyen en el desarrollo y crecimiento de malezas. Generalmente los cultivos de cobertura suprimen las malezas al competir por luz, agua y nutrientes. Asimismo, estos cultivos de cobertura tienen un crecimiento vigoroso y dan sombra al suelo, reduciendo de esa manera la intensidad de la luz que penetra hacia el suelo y creando un ambiente no idóneo para la germinación de malezas (Teasdale 1993).

Cuadro 3

Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la Incidencia de cinco predominantes malezas en 0.25 m² a los 46 días después de siembra en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Eclipta alba</i>	<i>Eleusine indica</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Brassica oleracea</i>	68 a	48 a	11	13
<i>Vigna unguiculata</i>	89 a	61 a	7	8
<i>Crotalaria juncea</i>	82 a	90 ab	6	15
Testigo	135 b	129 b	6	15

Nota. abc medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Cuadro 4

Peso de materia fresca de las malezas a los 51 días después de siembra de los cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Materia Fresca de Malezas (Kg/ha)
<i>Brassica oleracea</i>	1700 a
<i>Vigna unguiculata</i>	1525 a
<i>Crotalaria juncea</i>	1250 a
Testigo	6725 b

Nota. ab medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Se realizó un último muestreo al día 61 DDS, en este momento los tratamientos ya habían sido incorporados al suelo. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la interacción entre tratamiento y maleza existiendo solo diferencias significativas ($P < 0.05$) en el Testigo para la maleza *Portulaca oleracea* con una media de 278/m², sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en los demás tratamientos. Los cultivos de cobertura no mostraron algún efecto sobre las malezas al ser incorporados, ya que estos pueden presentar control de malezas, mejorar propiedades edáficas e incrementar la materia orgánica en el mediano y largo plazo (Uliarte et al. 2016)(Cuadro 5).

Cuadro 5

Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la incidencia de cinco malezas predominante en 0.25 m² a los 10 días después de la incorporación del material vegetal en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Eclipta alba</i>	<i>Eleusine indica</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Brassica oleracea</i>	76	33	106 ab	41	87 a
<i>Vigna unguiculata</i>	74	44	41 a	60	107 a
<i>Crotalaria juncea</i>	56	29	54 ab	51	118 a
Testigo	58	36	129 b	47	278 b

Nota. abc medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Área Foliar

Al día 24 DDS no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos de *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata* y *Brassica oleracea*. Sin embargo, al día 49 DDS *Crotalaria juncea* presentó una mayor área de cobertura, difiriendo estadísticamente ($P < 0.05$) de los otros tratamientos (Cuadro 6).

Durante este muestreo, los cultivos se encontraban con un bajo desarrollo, por ende, no presentaron una cobertura representativa, no obstante, *Crotalaria juncea* ya presentaba un dato mayor de cobertura en comparación a los otros dos tratamientos. Esto puede ser por su rápido crecimiento y la mayor altura que puede tomar en pocos días.

Cuadro 6

Área foliar de los cultivos de cobertura a los 24 y 49 días después de siembra (DDS) en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Área Foliar (10 plantas/m ²)	
	24 DDS	49 DDS
<i>Brassica oleracea</i>	0.04	0.16 a
<i>Vigna unguiculata</i>	0.05	0.32 a
<i>Crotalaria juncea</i>	0.06	0.95 b

Nota. ab medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

DDS= días después de siembra

En el día 49 DDS los cultivos de cobertura ya presentaban un buen desarrollo y una mayor cobertura. *Crotalaria juncea* presento una mayor cobertura, cubriendo una gran parte de la cama. Por otra parte, *Brassica oleracea* mostro una menor cobertura por su baja altura y área foliar en comparación a *Vigna unguiculata* que tiene un hábito rastrero y de enredadera que lo hace ser un cultivo con mayor cobertura al Brócoli (Cuadro 6).

Estos resultados difieren con aquellos expuestos por Velado Hernández (2020) donde se presentó a *Vigna unguiculata* con un mejor índice de cobertura que *Crotalaria juncea*. Al realizar los muestreos y visitar el lote donde se encontraban los cultivos del experimento podíamos notar a simple vista un mejor cierre y cobertura del tratamiento *Vigna unguiculata*, sin embargo, los datos analizados mostraban lo contrario al solo indicar diferencias significativas para *Crotalaria juncea*. Así mismo, se observó que el peso de materia fresca de las malezas que se encontraban en el tratamiento de *Crotalaria juncea* fue menor, pero no mostro diferencias significativas comparado a los demás tratamientos. Por otro lado, testigo mostro diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo el tratamiento con mayor peso de materia fresca de las malezas (Cuadro 4).

Biomasa

Para el aporte de biomasa se tomaron los pesos de materia seca y materia fresca para cada uno de los tratamientos, de los cuales *Crotalaria juncea* demostró tener diferencias significativas, siendo este el tratamiento que aportó mayor cantidad de materia seca al suelo. Para los otros dos tratamientos, *Brassica oleracea* y *Vigna unguiculata* aportaron cantidades similares de biomasa (Cuadro 7).

La *Crotalaria juncea* presenta características morfológicas favorables, como un hábito de crecimiento erecto, una altura alrededor de 1 a 4 metros, hojas oblongas, y un tallo lechoso con alto contenido de lignina, presentando una mayor cantidad de materia seca. Por otra parte, el cultivo de *Brassica oleracea* es un cultivo con hojas grandes, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, además posee un tallo grueso que puede tener un diámetro de 3 a 6 cm, pero al disponer de una baja

altura y un alto contenido de agua en su composición (Toledo 2003). Esto hace que su aporte de materia seca es menor al de *Crotalaria juncea*. En el caso de *Vigna unguiculata*, si bien es, una planta con un hábito de crecimiento rastrero o de tipo enredadera y con una gran producción de follaje, tuvo una menor cantidad de materia seca por el bajo diámetro que contienen sus tallos y hojas.

Cuadro 7

Efecto de los cultivos de cobertura en el aporte de biomasa como materia seca (MS) y materia fresca (MF), para uso como potencial incorporación de materia orgánica al suelo a los 51 DDS.

Tratamiento	Materia Fresca (kg/ha)	Materia Seca (kg/ha)
<i>Brassica oleracea</i>	1200	469 a
<i>Vigna unguiculata</i>	1737	530 a
<i>Crotalaria juncea</i>	1450	690 b

Nota. ab medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente (P<0.05).

Estos datos concuerdan con el estudio presentado por Ligña Sangucho (2014), donde menciona que el aporte de biomasa de crotalaria es mayor al de vigna, bajo condiciones similares. Los cultivos de cobertura han sido utilizados a través del tiempo en los sistemas de producción para controlar erosión, reducir compactación o minimizar la lixiviación de nitratos residuales, asimismo, pueden ser utilizados para incrementar el contenido de Carbono y Nitrógeno en el suelo (Ruffo y Parsons 2004). *Crotalaria juncea* puede producir grandes cantidades de biomasa y nitrógeno en tan solo 6 semanas (Li et al. 2000).

En el análisis de tejido vegetal, crotalaria mostró tener mayor contenido de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, esto se debe a su aporte de biomasa (Cuadro 8). La acumulación de nitrógeno en los brotes de crotalaria se asocia con el aumento de la biomasa (Pereira et al. 2005), de igual forma, Perin et al. (2010) muestran que la acumulación de los nutrientes fósforo, magnesio está mayormente determinada por la cantidad de biomasa que, por el contenido de estos en la biomasa del cultivo, mientras que el calcio está influenciado por ambos aspectos. Por otro lado, el brócoli presenta mayor contenido de fósforo. Altieri y Hecht (1999) mencionan que el valor de un cultivo de

cobertura para mantener la fertilidad del suelo dependerá de una producción considerable de materia de seca y de la concentración de nutrientes.

Cuadro 8

Análisis de macronutrientes en el tejido vegetal de los cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Macronutrientes g/100 g				
	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio
<i>Brassica oleracea</i>	3.42	0.28	2.12	1.7	0.22
<i>Vigna unguiculata</i>	2.33	0.29	1.42	0.89	0.21
<i>Crotalaria juncea</i>	2.08	0.35	1.89	1.26	0.16

Nota. Análisis descriptivo proporcionado por el Laboratorio de Suelos de Zamorano.

Densidad Poblacional de Nematodos

Al evaluar los resultados del conteo realizado, se observó en el primer muestreo a los 15 días antes de siembra, el testigo tuvo una mayor población de nematodos totales ($P < 0.05$) con una media de 131 nematodos totales por cada 200 gramos de suelo, comparado a los otros tres tratamientos de *Brassica oleracea*, *Vigna unguiculata* y *Crotalaria juncea*. Estos mostraron una menor cantidad de nematodos por cada 200 gramos de suelo y estos resultados no fueron diferentes significativamente ($P > 0.05$) entre sí. Cabe recalcar, que en el momento que realizamos este muestreo, no existía ningún cultivo establecido en el lote. Por ende, la baja población de nematodos en este muestreo está relacionada a la ausencia de cultivos, como mencionan Perry y Moens (2011), para que la eclosión de los huevos de nematodo tenga lugar, se necesita de cierto estímulo que producen las raíces de las plantas que podrían ser hospederos de estos. Estos estímulos inducen a la eclosión y le permiten al nematodo encontrar rápidamente un hospedero del cual alimentarse (Cuadro 9).

Cuadro 9

Efecto de diferentes cultivos de cobertura en la población de nematodos a los 15 días antes de siembra (DAS), 30 y 66 días después de siembra (DDS) en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Nematodos totales (200g de Suelo)		
	15 DAS	30 DDS	66 DDS
<i>Vigna unguiculata</i>	68.4 ab	110 a	241 a
<i>Brassica oleracea</i>	56.3 a	137 b	265 a
<i>Crotalaria juncea</i>	74.8 b	193 c	196 b
Testigo	131.1 c	203 c	408 c

Nota. abc medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P < 0.05$).

DAS= días antes de siembra

DDS= días después de siembra

Al día 30 después de siembra, se mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en el tratamiento *Vigna unguiculata* con la menor población de nematodos comparado al resto de los tratamientos, mientras, el testigo mostro nuevamente ser el tratamiento con mayor número de nematodos, pero sin mostrar diferencias significativas ($P > 0.05$) con el tratamiento de *Crotalaria juncea*. Se puede observar un aumento considerable de la población de nematodos totales con un cultivo ya establecido en el lote, lo cual está relacionado también a un aumento de la humedad en el suelo y mayor presencia de exudados de las raíces que estimulan la eclosión de más nematodos. Estos resultados difieren con lo expresados por Huynh et al. (2016) donde *Vigna unguiculata* es considerada un huésped susceptible a nematodos fito-parásitos como *Meloidogyne* spp. considerado una de las plagas principales en la agricultura actual (Cuadro 9).

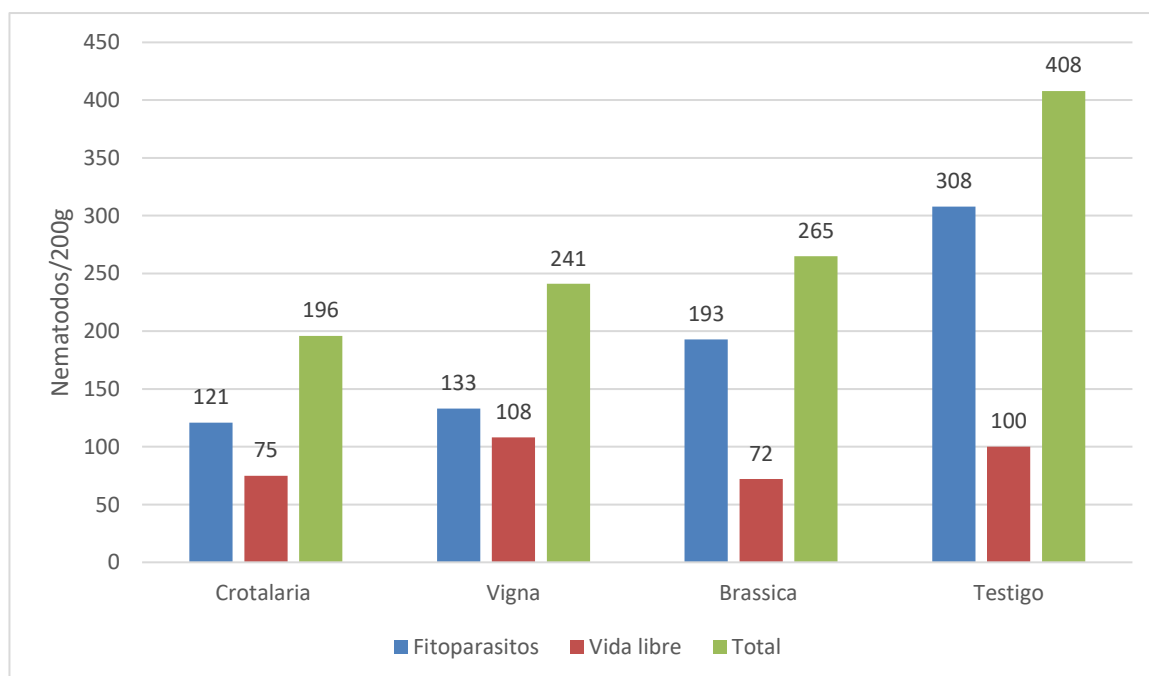
Al día 66 después de siembra, se realizó el último muestreo para medir si existió un control en la población de nematodos por un efecto de biofumigación al incorporar la materia vegetal de los tratamientos. Se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) solamente para el tratamiento *Crotalaria juncea* con el menor número de nematodos (196 en 200 gramos de suelo) Curto et al. (2015)

menciona que la *Crotalaria juncea* puede ser considerado un cultivo de cobertura y a la vez un cultivo de captura que puede ser utilizado como una alternativa para el control de nematodos (Cuadro 9).

Además, el testigo fue el tratamiento con mayor número de nematodos mostrando diferencias significativas ($P < 0.05$). Así mismo, se realizó una identificación de nematodos con las muestras del día 66 después de siembra. Esta identificación consistió en dividir aquellos nematodos en fitoparásitos y de vida libre observando si poseían un estilete o no. Se encontró un mayor porcentaje de nematodos fitoparásitos a diferencia de los nematodos de vida libre, siendo así los fitoparásitos aproximadamente mayor al 50% de la población total en todos los tratamientos (Figura 1).

Figura 1

Identificación de nematodos entre fito-parásitos y de vida libre por diferentes tipos de cultivos de cobertura para 200 g/suelo a los 66 días después de siembra (DDS) en Zamorano, Honduras.



Nota. Números indican la cantidad de nematodos fito-parásitos, vida libre y el total de nematodos identificados por tratamiento.

Por otra parte, *Brassica olerarea* fue el segundo tratamiento con mayor número de nematodos por cada 200 gramos de suelo, pero sin mostrar diferencias significativas ($P > 0.05$). De esta

manera, no se puede indicar o asegurar que la *Brassica oleracea* tuvo un control sobre la población de nematodos. Esto puede estar relacionado a la variabilidad que puede existir en el suelo y las condiciones climáticas propias que se dieron en ese momento en el establecimiento del experimento. Brolsma et al. (2014) menciona que las brásicas al ser incorporadas al suelo, pueden mostrar cierto nivel de control sobre nematodos, sin embargo, este control no es consistente y puede variar según la especie. El efecto de la biofumigación en campo está influenciado por más factores abióticos, como: temperatura, contenido de agua, el tiempo, la rapidez de la incorporación, y la etapa del cultivo lo cual lo hace un proceso complejo (Brennan et al. 2020).

Conclusiones

De los tres cultivos de cobertura evaluados, se logró determinar cierto control sobre el desarrollo de las malezas al limitar el paso de luz. Sin embargo, no se obtuvieron datos consistentes para determinar si existió un control sobre la germinación de las cinco malezas predominantes.

El cultivo de *Brassica olerarea* y *Vigna unguiculata* no mostraron un efecto sobre nematodos, sin embargo, los tres cultivos de cobertura mantuvieron la población de nematodos por debajo del umbral económico y *Crotalaria juncea* al ser incorporado al suelo podría considerarse como una opción viable para el control de nematodos.

Los tres tratamientos evaluados mostraron un buen desarrollo y aporte de biomasa al suelo, no obstante, *Crotalaria juncea* fue el cultivo de cobertura con mayor área foliar, aporte de biomasa y nutrientes.

Recomendaciones

Seguir evaluando estas especies para el control de malezas, asociado a otros métodos de control y prácticas culturales.

Continuar realizando investigaciones en campo para conocer de mejor manera el efecto biofumigante sobre los nematodos en diferentes condiciones.

Evaluar un sistema de siembra al voleo o en hilera con mayor densidad poblacional de los cultivos de cobertura.

Encontrar especies de brásicas que se puedan adaptar a las condiciones meteorológicas y físicas similares a Zamorano.

Referencias

- Altieri MA, Hecht S. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan. 338 p. ISBN: 9974-42-052-0; [consultado el 8 de jul. de 2021].
- Brennan RJB, Glaze-Corcoran S, Wick R, Hashemi M. 2020. Biofumigation: An alternative strategy for the control of plant parasitic nematodes. *Journal of Integrative Agriculture*; [consultado 16/7/21]. 19(7):1680–1690. doi:10.1016/S2095-3119(19)62817-0.
- Brolsma KM, van der Salm RJ, Hoffland E, Goede RG de. 2014. Hatching of *Globodera pallida* is inhibited by 2-propenyl isothiocyanate in vitro but not by incorporation of Brassica juncea tissue in soil. *Applied Soil Ecology*; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 84:6–11. doi:10.1016/j.apsoil.2014.05.011.
- Caamal Maldonado JA, Jiménez Osornio JJ, Torres Barragán A, Anaya AL. 2001. The Use of Allelopathic Legume Cover and Mulch Species for Weed Control in Cropping Systems. *Agronomy Journal*. 93(1):27–36. doi:10.2134/agronj2001.93127x.
- Capurro JE. 2015. Cultivos de cobertura mejoran la productividad. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; [actualizado el 18 de jun. de 2021; consultado el 18 de jun. de 2021]. <https://inta.gov.ar/noticias/cultivos-de-cobertura-mejoran-la-productividad>.
- Chitwood DJ. 1992. Nematicidal Compounds from Plants. En: Nigg HN, Seigler D, editores. *Phytochemical Resources for Medicine and Agriculture*. Boston, MA: Springer US. p. 185–204 ; [consultado el 16 de jul. de 2021].
- Clark A. 2008. *Managing Cover Crops Profitably*. 3ª ed. [sin lugar]: DIANE Publishing. ISBN: 9781437903799. en; [consultado el 16 de jul. de 2021].
- Coyne DL, Nicol JM, Claudius-Cole B. 2007. *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio*. México: IITA, CIMMYT. 93 p. ; [consultado el 16 de jul. de 2021].
- Curto G, Dallavalle E, Santi R, Casadei N, D'Avino L, Lazzeri L. 2015. The potential of *Crotalaria juncea* L. as a summer green manure crop in comparison to Brassicaceae catch crops for management of *Meloidogyne incognita* in the Mediterranean area. *European Journal of Plant Pathology*; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 142(4):829–841. doi:10.1007/s10658-015-0655-2.
- Dutta TK, Khan MR, Phani V. 2019. Plant-parasitic nematode management via biofumigation using brassica and non-brassica plants: Current status and future prospects. *Current Plant Biology*. 17:17–32. doi:10.1016/j.cpb.2019.02.001.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1994. *Weed Management for Developing Countries*. [sin lugar]: Food & Agriculture Org. ISBN: 9789251034279. en; [consultado el 16 de jul. de 2021].
- Francis CA, King JW. 1988. Cropping systems based on farm-derived, renewable resources. *Agricultural Systems*; [consultado 20/06/21]. 27(1):67–75. doi:10.1016/0308-521x(88)90080-7.
- Haramoto ER, Gallandt ER. 2005. Brassica cover cropping: I. Effects on weed and crop establishment. *Weed Science*; [consultado 20/06/21]. 53(5):695–701. doi:10.1614/WS-04-162R.1.

- Hollander NG den, Bastiaans L, Kropff MJ. 2007. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. *European Journal of Agronomy*; [consultado el 20 de jun. de 2021]. 26(2):92–103. doi:10.1016/j.eja.2006.08.011.
- Huynh B-L, Matthews WC, Ehlers JD, Lucas MR, Santos JRP, Ndeve A, Close TJ, Roberts PA. 2016. A major QTL corresponding to the Rk locus for resistance to root-knot nematodes in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Theoretical and applied genetics*; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 129(1):87–95. eng. doi:10.1007/s00122-015-2611-0.
- Kruidhof HM, Bastiaans L, Kropff MJ. 2008. Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*; [consultado 20/06/21]. 48(6):492–502. doi:10.1111/j.1365-3180.2008.00665.x.
- Li Y, Wang Q, Klassen W, Hanlon E Jr. 2000. Sunn Hemp - A Promising Cover Crop in Florida. United States: UF/IFAS Extension; [consultado el 8 de jul. de 2021]. 4 p. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/TR/TR00300.pdf>.
- Ligña Sangucho MA. 2014. Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 27 p; [consultado el 23 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3480/1/CPA-2014-048.pdf>.
- Magdoff F, van Es H. 2000. Building soils for better crops. 2ª ed. United States: [sin editorial] (Sustainable Agriculture Network handbook; vol. 4). ISBN: 1-888626-05-4; [consultado el 16 de jul. de 2021]. <http://www.betuco.be/ca/building%20soils%20for%20better%20crops.pdf>.
- Muñoz R, Pitty A. 1994. Guía fotográfica para la identificación de malezas, Parte 1. 1ª ed. Zamorano, Honduras: [sin editorial]. ISBN: 1-885995-13-X; [consultado el 11 de jul. de 2021]. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?isisscript=cidca.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004028>.
- Noling JW. 2002. The practical realities of alternatives to methyl bromide: concluding remarks. *Phytopathology*®; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 92(12):1373–1375. eng. doi:10.1094/phyto.2002.92.12.1373.
- Ohno T, Doolan K, Zibilske LM, Liebman M, Gallandt ER, Berube C. 2000. Phytotoxic effects of red clover amended soils on wild mustard seedling growth. *Agriculture, Ecosystems & Environment*; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 78(2):187–192. doi:10.1016/S0167-8809(99)00120-6.
- Oporta E, Rivas AM. 2006. Efecto de la densidad poblacional y la época de siembra en el rendimiento y la calidad de la semilla de una población de caupi rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en la Finca El Plantel [Tesis]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. es; [consultado el 8 de jul. de 2021]. <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2006>.
- Pereira AJ, Marinho JG, Moreira V, Teixeira M, Urquiaga S, Polidoro JC, Azevedo JA. 2005. Desempenho agrônômico de *Crotalaria juncea* em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano. Brasil: [sin editorial]; [consultado el 8 de jul. de 2021]. Comunicado Técnico. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/628524/1/cot082.pdf>.
- Perin A, Santos RHS, Caballero SSU, Guerra JGM, Gusmão LA. 2010. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalaria e milheto solteiros e consorciados. *Revista Ceres*; [consultado el 8 de jul. de 2021]. 57(2):274–281. doi:10.1590/S0034-737X2010000200020.

- Perry RN, Moens M. 2011. Introduction to Plant-Parasitic Nematodes; Modes of Parasitism. En: Jones J, Gheysen G, Fenoll C, editores. *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions*. 1ª ed. New Delhi, India: Springer Netherlands. p. 3–20 ; [consultado el 18 de jul. de 2021]. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-0434-3_1.
- Pitty A, Molina A. 1998. *Guía Práctica para el Manejo de Malezas: Parte II*. 2ª ed. Zamorano, Honduras: [sin editorial] ; [consultado el 11 de jul. de 2021].
- Pound B. 1999. Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América Latina. En: Sánchez MD, Rosales Méndez M, editores. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. Roma: FAO. p. 97–120 (Estudio FAO producción y sanidad animal; vol. 143); [consultado el 8 de jul. de 2021]. <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/agrofor1/pound7.pdf>.
- Reeves DW. 2018. Cover Crops and Rotations. En: Hatfield JL, Stewart BA, editores. *Crops Residue Management*. 1ª ed. Boca Raton: CRC Press. p. 125–172.
- Riemens MM, Groeneveld RMW, Lotz LAP, Kropff MJ. 2007. Effects of three management strategies on the seedbank, emergence and the need for hand weeding in an organic arable cropping system. *Weed Research*; [consultado 20/06/21]. 47(5):442–451. doi:10.1111/j.1365-3180.2007.00582.x.
- Rüegg, T W, Quadranti, M, Zoschke, A. 2007. Herbicide research and development: challenges and opportunities. *Weed Research*; [consultado el 17 de jun. de 2021]. 47(4):271–275. doi:10.1111/j.1365-3180.2007.00572.x.
- Ruffo M, Parsons A. 2004. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 8 de jul. de 2021]. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/b7943bf2b6036328852579990060ebb9/\\$file/cultivo%20cobertura-matias%20ruffo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/b7943bf2b6036328852579990060ebb9/$file/cultivo%20cobertura-matias%20ruffo.pdf).
- Sarwar M, Kirkegaard JA, Wong P, Desmarchelier JM. 1998. Biofumigation potential of brassicas. *Plant and Soil*. 201(1):103–112. En;en. doi:10.1023/A:1004381129991.
- Smith MS, Frye WW, Varco JJ. 1987. Legume Winter Cover Crops. En: Stewart BA, editor. *Advances in Soil Science*. Vol. 7. New York, NY: Springer New York. p. 95–139 (Advances in Soil Science); [consultado el 16 de jul. de 2021].
- Teasdale JR. 1993. Interaction of Light, Soil Moisture, and Temperature with Weed Suppression by Hairy Vetch Residue. *Weed Science*. 41(1):46–51. doi:10.1017/S0043174500057568.
- Toledo J. 2003. Cultivo del Brócoli. Lima, Perú: [sin editorial]. 58 p. (Manual RI 2003; vol. 01); [consultado el 25 de jul. de 2021]. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/895/1/Toledo-Cultivo_brocoli.pdf.
- Uliarte EM, Parera CA, Del Monte RF, Alessandria EE, Dalmasso AD. 2016. Potencial alelopático de lixiviados de cultivos de cobertura y malezas sobre plantas jóvenes de vid. *AgriScientia*; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 33(2):99–111. doi:10.31047/1668.298x.v33.n2.16577.
- Velado Hernández RA. 2020. Evaluación de cuatro leguminosas como cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 17 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6837/1/CPA-2020-T111.pdf>.
- Weston LA. 1996. Utilization of Allelopathy for Weed Management in Agroecosystems. *Agronomy Journal*; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 88(6):860–866. doi:10.2134/agronj1996.00021962003600060004x.

Zamora E. 2016. El cultivo del brócoli. México: [sin editorial] (guías - producción de hortalizas DAG/HORT; vol. 10); [consultado el 9 de jul. de 2021]. <https://dagus.unison.mx/zamora/brocoli-dag-hort-010.pdf>.

Anexos

Anexo A

Distribución espacial aleatoria de los tratamientos de cultivo de cobertura en lote 2B en la unidad de Orelicultura Extensiva, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

	Cama #3	Cama #2	Cama #1
Repetición #1		Crotalaria	
		Vigna	
		Brócoli	
		Testigo	
Repetición #2		Vigna	
		Brócoli	
		Testigo	
Repetición #3		Crotalaria	
		Brócoli	
		Testigo	
Repetición #4		Crotalaria	
		Vigna	
		Testigo	
		Brócoli	

Anexo B

Conteo de malezas por especie en 0.25 metros cuadrados.



Nota. Cuadro naranja simboliza el área de 0.25 m².

Anexo C

Digestión foliar por H_2SO_4 y H_2O_2 para la determinación de potasio en el Laboratorio de Suelos de Zamorano, Honduras.



Anexo D

Extracción de Nematodos por centrifugación - flotación.



Anexo E

Análisis de suelo del lote 2C aledaño al lote 2B de la unidad de Olericultura Extensiva de Zamorano, Honduras.

ZAMORANO		LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO				LSZ-F10708-1		Versión		V02					
Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025															
Solicitante		Fecha Ingreso Muestra		Fecha Envío Informe		Procedencia de la muestra		Página							
Unidad de Olericultura Extensiva		2020-01-21		2020-02-12		Zona 3 Lote 2C, EAP		1 de 1							
Dirección del cliente		N° Lote de Análisis		Cultivo		Informe N°		Anexo Recomendación							
EAP Zamorano		2020-02		Melón		2020-11		Sí:		No: x					
Código Interno Lab.	Muestra	Textura	g/100g			pH* (H ₂ O)	g/100g			mg/Kg (extractable)			ds/m CE		
			Arena	Limo	Arcilla		C.O.	M.O.	N _{total}	P	K	Ca		Mg	Na
20-S-0066	Cultivo melón/Olericultura Extensiva	Franco	38	42	20	6.65	1.41	2.43	0.12	30	34	34.23	255	196	4.90
Rango Medio							2.00	0.20	13	Por: Saturación de bases					
							4.00	0.50	30						

Bajo

Medio

Alto

Métodos: K, Ca, Mg, Na: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. % M.O.: Método de Walkley & Black, para suelos minerales no salinos. % N total: 5% de M.O. pH: 1:1 en agua: AOAC 994.16 rango de 4,00-7,00 con incertidumbre de ±0,10. CE: Método de la pasta saturada. Textura: Método de Bouyoucos.

El laboratorio no se hace responsable por el estado de la muestra al ingresar a nuestras instalaciones. Los resultados se relacionan solo con las muestras recibidas. El laboratorio se exonera de responsabilidad por reproducción parcial o total del informe, o el uso que pueda darsele. El lote de análisis remite la fecha de ejecución de análisis.

*Valores de pH en negrita y cursiva se encuentran dentro del Ensayo Acreditado: Ver alcance N° ENS-004 en

oha.hondurascalidad.org



Anexo F

Malezas identificadas en el estudio en el lote 2B de Zamorano, Honduras.

