

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



Proyecto Especial de Graduación
**Evaluación de tres especies de leguminosas: *Dolichos lablab* (L.),
Mucuna pruriens (L.) y *Vigna unguiculata* (L.) como cultivos de
cobertura en un sistema de asocio en relevo en el cultivo de Maíz (*Zea
mays* L.).**

Estudiante

Joselyn Margoth Ulcuango Chiles

Asesores

Rony Muñoz, M.Sc.

Julio López, M.Sc.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRIGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Índice de Anexos	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Materiales y Métodos	11
Ubicación del Experimento	11
Descripción y Distribución de los Tratamientos	11
Variables Evaluadas	12
Altura	12
Porcentaje de Cobertura Foliar	12
Incidencia de Malezas	13
Biomasa	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	14
Resultados y Discusión	15
Altura	15
Porcentaje de Cobertura	16
Incidencia de Malezas	16
Biomasa de los Cultivos de Cobertura	18
Conclusiones	20
Recomendaciones	21
Referencias	22
Anexos	25

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Evaluación de tres leguminosas como cultivos de cobertura en un sistema de asocio en relevo con maíz en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.	11
Cuadro 2 Altura en centímetros de los cultivos usados como cobertura a los 30 días después de siembra (DDS) en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.....	15
Cuadro 3 Cobertura foliar de leguminosas usadas como cultivos de cobertura a los 30, 45 y 60 días después de siembra en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.	16
Cuadro 4 Incidencia de las malezas dominantes a los 40 días después de siembra en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.	17
Cuadro 5 Peso de materia fresca de las malezas a los 40 días después de siembra de los cultivos de cobertura en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.....	18
Cuadro 6 Aporte de biomasa como materia fresca (MF) y materia seca (MS) de los cultivos (leguminosas) de cobertura a los 85 días después de siembra (DDS) en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.	19

Índice de Anexos

Anexo A	Altura de los Cultivos de cobertura a los 30 días después de siembra, en el lote de Parcelas, Zamorano, Honduras.	25
Anexo B	Conteo y extracción de malezas por especie usando el método del cuadrado con medidas de 0.5m × 0.5m a los 40 días después de siembra del cultivo de cobertura.	26
Anexo C	Total de malezas encontradas e identificadas en el muestreo realizado a los 40 días después de sembrado el cultivo de cobertura.	27
Anexo D	Cobertura foliar del cultivo de cobertura Dolichos lablab a los 85 días después de siembra.	28
Anexo E	Ejemplo de los resultados obtenidos del uso de la aplicación “Canopeo” para el análisis del porcentaje de cobertura foliar de leguminosas usadas como cultivos de cobertura en asocio con maíz (Zea mays) en Zamorano, Honduras.	29
Anexo F	Materia fresca de leguminosas en invernadero cortadas en trozos.	30
Anexo G	Análisis de peso seco de los cultivos de cobertura a los 85 días después de siembra en Zamorano, Honduras.	31

Resumen

La cubierta vegetal es un componente importante en la agricultura de conservación ya que ayuda a proteger el suelo. En los últimos años, los suelos han sido afectados por varios factores como: erosión, degradación y pérdida de nutrientes. Los cultivos de cobertura han resultado ser una estrategia efectiva para abordar esta problemática. Estos, además de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo y controlar malezas, el conjunto de estos beneficios puede favorecer la sostenibilidad del sistema de producción. Los objetivos de este estudio fueron determinar la capacidad de cobertura sobre el suelo de tres especies de leguminosas: *Dolichos lablab* (L.), *Mucuna pruriens* (L.) y *Vigna unguiculata* (L.), y comparar su rendimiento en biomasa. Se evaluaron las variables de altura, porcentaje de cobertura foliar, incidencia de malezas, materia fresca de malezas y cantidad de biomasa de los cultivos de cobertura. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, se determinaron las diferencias entre tratamientos mediante la prueba múltiple de medias Duncan, con una probabilidad de ($P \leq 0.05$), en el programa estadístico Infostat 2020. Los resultados indicaron que *Dolichos lablab*, *Mucuna pruriens* y *Vigna unguiculata* produjeron coberturas similares. *Dolichos lablab* fue la leguminosa que aportó mayor cantidad de biomasa, logrando aportar 4.94 t ha⁻¹ de materia seca.

Palabras clave: Bacterias, nitrógeno, nodulación, nutrientes, rastrojo.

Abstract

Vegetative cover is an important component in conservation agriculture as it helps to protect the soil. In recent years, soils have been affected by several factors such as: erosion, degradation, and nutrient loss. Cover crops have proven to be an effective strategy to address these problems. In addition to improving the physical and chemical properties of the soil and controlling weeds, all these benefits can favor the sustainability of the production system. The objectives of this study were to determine the ground cover capacity of three legume species: *Dolichos lablab* (L.), *Mucuna pruriens* (L.) and *Vigna unguiculata* (L.), and to compare their biomass yield. The variables of height, percentage of leaf cover, weed incidence, weed fresh matter and amount of biomass of cover crops were evaluated. A randomized complete block design was used, differences between treatments were determined using the Duncan multiple means test, with a probability of ($P \leq 0.05$), in the statistical program Infostat 2020. The results indicated that *Dolichos lablab*, *Mucuna pruriens* and *Vigna unguiculata* produced similar covers. *Dolichos lablab* was the legume that contributed with the greatest amount of biomass, contributing 4.94 t ha⁻¹ of dry matter.

Keywords: Bacteria, nitrogen, nodulation, nutrients, stubble.

Introducción

La cubierta vegetal es un componente importante en la agricultura de conservación ya que ayuda a proteger el suelo, además de brindar nutrientes que se obtienen como resultado de procesos de degradación de la biomasa (Cazorla y Baigorria 2010). Es así como el follaje de los cultivos de cobertura ayuda a reducir la erosión hídrica, ya que disminuye la velocidad de las gotas (Ovalle Molina 2020). Además aporta directamente a la retención de agua por parte del suelo, permitiendo que las plantas no sufran por estrés hídrico en épocas de escasez de agua (Helecho 2022).

El maíz es uno de los cereales de mayor importancia a escala global, la USDA estima que la producción mundial del maíz para el ciclo comercial 2022-2023, será de 1.15 millones de toneladas. La participación de Estados Unidos, China y Brasil con un 65.2% de la producción mundial, los convierte en los principales países con mayor producción de este grano básico (Serrano Ayvar 2023).

En Honduras, el maíz es el principal grano básico incluido en la dieta alimentaria, pues este aporta un 48% de las calorías consumidas en la dieta del sector rural y un 26% en el sector urbano, además aporta el 19.1% al Producto Interno Bruto (PIB) del país (Cruz 2017). Por esta razón, surge la necesidad de implementar una producción más sostenible, que garantice una mayor biodiversidad y procesos biológicos naturales en el suelo, a la vez que se realiza un mejor aprovechamiento del agua y nutrientes y se incrementa la producción sostenible de cultivos (FAO 2023).

Muñoz (2014) afirma que la asociación de cultivos consiste en aprovechar el mismo lugar con el cultivo simultáneo de plantas para obtener múltiples beneficios como menor incidencia de plagas, mayor aprovechamiento de agua que suelen ser mejor que en monocultivos. La asociación de cultivos en relevo es un sistema de manejo de cultivos múltiples con crecimientos superpuestos, esta es una práctica que ayuda a la conservación del suelo, a la reducción de costos por insecticidas y herbicidas ya que irrumpen los ciclos de crecimiento de las plagas y brindan mayor cobertura del suelo gracias a la diversidad de cultivos que suprime el crecimiento de malezas (Willardson s.f.).

La asociación en relevo de maíz y frijol es uno de los sistemas de cultivos más utilizados, el cual consiste en sembrar el frijol cuando el maíz ya ha alcanzado su madurez fisiológica (Granada Díaz et al. 2008). Estos cultivos suelen ser sembrados al final de la estación lluviosa para aprovechar la humedad que todavía permanece en el suelo (Bunch 2004). Las leguminosas son mayormente usadas debido a que se caracterizan por la fijación de nitrógeno según Ligña Sangucho (2014), y a la vez que producen este elemento para su nutrición, también proporcionan este nutriente al suelo (Munive et al. 2016). Para ello, estos cultivos utilizan unas estructuras presentes en las raíces llamadas nódulos que son formadas a partir de la simbiosis con las bacterias del suelo del género *Rhizobium*, las cuales van a tomar de la planta los azúcares y fuentes de carbono derivadas de la fotosíntesis necesarias para su desarrollo (Reynoso 2019). A cambio estas bacterias fijarán el nitrógeno atmosférico en el suelo, lo transformarán en amonio para nutrición y desarrollo de la leguminosa y al terminar el ciclo del cultivo, el suelo será enriquecido con el nitrógeno obtenido de la descomposición de estas plantas (Sánchez s.f.).

Además, estos cultivos proporcionan una buena cantidad de biomasa al suelo, lo que ayuda a disminuir la pérdida de agua a causa de la evaporación, permitiendo así manejar un uso adecuado de este recurso y que sea mejor aprovechado por el cultivo siguiente. Un suelo cubierto es capaz de controlar la germinación de las semillas de malezas, lo cual facilita su control ya que todas germinan al mismo tiempo (Raggio 2021). Las malezas son consideradas una gran amenaza para el cultivo debido a que compiten por nutrientes, agua y luz, además de influir en los costos de producción ya que dificultan la labor de cosecha. También son hospederos para plagas y enfermedades, por lo que el control de estas es sumamente necesario (Cerritos García y Ruiz Castro 2021). Los distintos cultivos usados como cobertura tienen la capacidad de reciclar nutrientes y en algunos casos también generan efectos alelopáticos sobre las malezas, disminuyendo su incidencia y por ende el uso de agroquímicos (FAO s.f.).

En las últimas décadas se han usado gramíneas como cultivos de cobertura ya que estas tienen un hábito de crecimiento rápido y una raíz fibrosa que ayuda a proteger al suelo, además que la cantidad de biomasa que generan es superior a la de las leguminosas debido a que tienen una relación C/N más elevada, los residuos que dejan son fáciles de manejar, por esta razón la actividad de microorganismos presentes en el suelo aumenta, generando una excelente descomposición e incorporación de la biomasa al suelo (Velado 2020).

Las asociaciones de gramíneas con leguminosas son una excelente opción que se puede implementar para solucionar el problema de alimentación animal gracias a que son ricas en proteínas, así como también, es un beneficio para el productor debido a que puede obtener una mayor rentabilidad con la implementación de esta práctica (Martinez Vilorio 2020a).

Por ello, para alcanzar la meta de producción deseada primero se debe conocer el entorno que las rodea para luego decidir que cultivo de cobertura se adecua mejor, teniendo en cuenta las condiciones de la zona a establecerse, así como su adaptabilidad y el efecto que tenga sobre el cultivo principal (Barrios-Maestre et al. 2011).

La implementación de cultivos de cobertura en sistemas de asocio en relevo con maíz proporciona una serie de beneficios, ya que controlan las malezas de forma natural, mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, conservan humedad y liberan nutrientes. Este sistema aporta a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y ambientales. Con estos antecedentes, los objetivos de esta investigación fueron comparar las leguminosas: *Dolichos lablab*, *Mucuna pruriens* y *Vigna unguiculata* en su capacidad de cobertura sobre el suelo en un sistema de asocio en relevo en maíz y comparar el rendimiento en biomasa de las tres especies de leguminosas en un sistema de asocio en relevo con maíz.

Materiales y Métodos

Ubicación del Experimento

El estudio se realizó entre los meses de septiembre del 202 a mayo del 2023, en el lote de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Valle del Yegüare, Francisco Morazán ubicado 30 km al Este de Tegucigalpa, Honduras. Se encuentra a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 1100 mm, temperatura promedio de 26 °C y una latitud de 14°00'46"N y longitud 87°00'22"W.

Descripción y Distribución de los Tratamientos

El estudio consistió en la evaluación de tres especies de leguminosas como cultivos de cobertura: *Dolichos lablab* L., *Mucuna pruriens* L. y *Vigna unguiculata* L en asocio en relevo con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad Tuxpeño, las cuales fueron comparadas con un testigo sin cobertura (Cuadro 1). El maíz fue sembrado en el lote de parcelas el 20 de septiembre del 2022, a una densidad de 111,111 plantas por hectárea. Las unidades experimentales fueron establecidas en 4 hileras a una distancia de 1.5 metros de separación, la longitud de estas fue de 4.5 metros. La siembra de los cultivos de cobertura se realizó en doble hilera el 24 de enero del 2023 a los 126 días después de sembrado el cultivo principal, con una distancia de siembra de 0.10 metros y entre hileras de 0.60 m para lograr una densidad de 166,666 plantas por hectárea. Se colocó riego por goteo con dos mangueras por cama con el fin de asegurar el crecimiento de todos los cultivos de cobertura.

Cuadro 1

Evaluación de tres leguminosas como cultivos de cobertura en un sistema de asocio en relevo con maíz en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Cultivo de Cobertura
1	<i>Dolichos lablab</i> (L.)
2	<i>Mucuna pruriens</i> (L.)
3	<i>Vigna unguiculata</i> (L.)
4	Testigo

Variables Evaluadas

Para las leguminosas como cultivos de cobertura se midió la altura del cultivo, el porcentaje de cobertura foliar, incidencia de malezas, materia fresca de malezas, producción de biomasa (Materia Fresca y Materia Seca) de los cultivos de cobertura.

Altura

Para determinar la altura de los diferentes cultivos de leguminosas, se identificaron cinco plantas continuas al azar de cada unidad experimental, para lo cual se siguió la metodología presentada en el estudio de Narvaez et al. (2012), en el que menciona como medir la altura de leguminosas, por esta razón, se midió cada planta con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta el nudo de la hoja más tierna. Luego se sacó un promedio individual de la altura para cada cultivo de cobertura, de esta razón se determinó el cultivo que tuvo un mayor crecimiento a los 30 días después de siembra (DDS).

Porcentaje de Cobertura Foliar

Se midió el porcentaje de cobertura foliar de las leguminosas usadas como cultivos de cobertura a los 30, 45 y 60 DDS. Para determinar la cobertura foliar se ubicó al azar 2 m en la cama central de cada unidad experimental y mediante el uso de la aplicación “canopeo” (Anexo D) que permite realizar una cuantificación rápida y precisa de la cobertura del dosel verde (Urquijo 2015).

Se procedió a tomar los respectivos datos midiendo así el porcentaje de cobertura de la vegetación. El resultado de este análisis es una imagen binaria con píxeles blancos que indican que cumplieron los parámetros de selección, mientras que los píxeles negros son aquellos que no cumplieron con los parámetros de selección.

Para determinar la cobertura verde del cultivo la escala varía de 0 a 1, siendo (0) cuando no hay cobertura verde del cultivo y (1) cuando hay (100%) cobertura total de color verde del cultivo (Patrignani y Ochsner 2015). Para esta medición se tomó una fotografía representativa de cada unidad experimental y se colocó el móvil a una altura de 80 cm del suelo.

Incidencia de Malezas

Se estimó la incidencia de malezas a los 40 DDS. Se utilizó el método del cuadrado, por lo que se ubicó al azar un cuadro de madera de 0.5 × 0.5 m en la cama central de cada unidad experimental (Anexo A), para evitar el efecto borde en cada parcela y así obtener una muestra representativa de la vegetación de malezas existente. Este método se usa para determinar la presencia y abundancia de especies de malezas en el área de estudio. En este estudio se realizó un conteo e identificación tanto de las especies dominantes como las menos comunes que se encontraban dentro del cuadrado, 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), luego se tomó el dato de peso fresco de las malezas presentes en el cuadro. Después de este muestreo, a los 50 DDS se realizó un desmalezado, para que las malezas no afectaran el crecimiento y desarrollo de las leguminosas.

Biomasa

El dato de biomasa se consideró evaluarlo al inicio de floración de cada cultivo, ya que el contenido de humedad disminuye en la etapa reproductiva del cultivo (Escalante 2001). De esta forma a los 65 DDS se tomó el dato de biomasa de *Vigna unguiculata*, ya que este cultivo presenta una floración precoz en comparación a los demás cultivos de cobertura. Para *Dolichos lablab* y *Vigna unguiculata* se tomó este dato a los 85 DDS, con el objetivo de permitirles un mayor desarrollo.

Al llegar a los 85 DDS se tomaron los datos de los demás tratamientos. El dato de biomasa se tomó en un área de un metro cuadrado, este procedimiento se realizó al azar en cada unidad experimental. Luego de recolectar la materia fresca, esta fue picada en trozos medianos y con la ayuda de una balanza digital se tomaron los datos de peso fresco. Luego de tomados los datos de materia fresca, estas se colocaron en un invernadero (Anexo E) por siete días para que perdieran humedad y facilitara el proceso de secado en el horno, para determinar la cantidad de materia seca de cada unidad experimental.

El secado se realizó en un horno Fisher scientific isotemp oven model 655G, a una temperatura de 65°C por dos días. Luego de secadas las muestras, se tomó el peso de materia seca de cada tratamiento haciendo uso de una balanza digital Fisher Science Education, model CRF221 con una precisión de 0.1 g.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. Las variables de altura, cobertura vegetal y rendimiento en biomasa de los cultivos de cobertura se evaluaron utilizando el análisis de varianza (ANDEVA) y se determinaron las diferencias entre los tratamientos con la prueba múltiple de medidas Duncan con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$) en el programa estadístico Infostat 2020.

Resultados y Discusión

Altura

En el Cuadro 2 se puede observar la altura alcanzada de los diferentes cultivos usados como cobertura a los 30 días después de siembra (DDS). *Mucuna pruriens* fue el cultivo que tuvo la mayor altura ($P \leq 0.05$) con respecto a los demás tratamientos debido a su crecimiento vigoroso (Martinez Viloria 2020b). Esta característica resulta benéfica ya que su rápido crecimiento puede ofrecer beneficios como supresión de malezas, conservación de humedad, mayor cantidad de biomasa vegetal que al descomponerse liberará los nutrientes absorbidos del suelo. No obstante, se debe prestar atención a este cultivo cuando se utiliza en un sistema de asocio en relevo con el cultivo de maíz ya que puede presentar un problema a la hora de realizar labores de cosecha.

El crecimiento inicial de *Dolichos lablab* fue menor y esto coincide con estudios anteriores que indican que el crecimiento inicial de *Dolichos lablab* es lento (Beckett 2004). *Vigna unguiculata* también tuvo un crecimiento menor a los 30 días después de siembra (DDS), a pesar de ser una leguminosa de crecimiento rápido y vigoroso según Martinez Viloria (2019), en este estudio su crecimiento probablemente pudo afectarse por factores como el distanciamiento entre plantas, pues existe una relación directa, ya que según Cardona Ayala et al. (2019) 0.40 m es la distancia entre plantas que menos influye en el crecimiento y desarrollo de esta leguminosa.

Cuadro 2

Altura en centímetros de los cultivos usados como cobertura a los 30 días después de siembra (DDS) en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Cultivo de Cobertura	Altura (cm)
<i>Dolichos lablab</i>	17.45b
<i>Mucuna pruriens</i>	29.73a
<i>Vigna unguiculata</i>	15.33b
CV (%)	9.31
Valor P	0.04
R ²	0.48

Nota. ^{ab} medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación.

Porcentaje de Cobertura

Los resultados de este estudio en cuanto a cobertura vegetal de los diferentes tratamientos de leguminosas evaluados no mostraron diferencias significativas entre ellos a los 30, 45 y 60 DDS (Cuadro 3). Pero a lo largo de todo el estudio, se observó que *Dolichos lablab* fue la leguminosa que cubrió rápidamente el suelo, debido al tamaño de sus hojas, pero no fue estadísticamente diferente de los demás tratamientos. Una característica de este cultivo es que presenta tolerancia a condiciones de sequía una vez que ha logrado establecerse (Beckett 2004).

En este estudio *Vigna unguiculata* tuvo un menor porcentaje de cobertura foliar en época seca antes de llegar a floración. Sin embargo, en los resultados obtenidos por Velado (2020) en época de invierno *Vigna unguiculata* presentó una mayor cobertura foliar a los 57 DDS con respecto a *Dolichos lablab*.

Cuadro 3

Cobertura foliar de leguminosas usadas como cultivos de cobertura a los 30, 45 y 60 días después de siembra en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Cobertura foliar (%)		
	30 DDS	45 DDS	60 DDS
<i>Dolichos lablab</i>	50.44	77.56	100.00
<i>Mucuna pruriens</i>	26.49	73.61	100.00
<i>Vigna unguiculata</i>	32.37	54.59	79.73
CV (%)	20.40	11.89	11.48
Valor P	0.26	0.29	0.42
R ²	0.15	0.12	0.00

Nota. Medias con distinta letra en la misma fila indican diferencias significativa ($P \leq 0.05$). DDS: Días después de siembra. CV: Coeficiente de variación.

Incidencia de Malezas

A los 40 DDS se realizó el conteo y clasificación de las malezas donde se obtuvieron las siguientes especies: *Rottboellia cochinchinensis*, *Cyperus rotundus*, *Bidens pilosa*, *Commelina difusa*, *Sclerocarpus divaricatus*, *Nicandra physalodes*, *Mecardonia procumbens*, *Portulaca oleracea*, *Solanum americanum*, *Urochloa fasciculata*, *Amaranthus hybridus*, *Balbastro coromandelianum*, *Crotalaria*

pallida, *Echinochloa colona*, *Cenchrus echinatus*, *Eclipta alba*, *Eragrostis mexicana* y *Richardia scabra*, siendo *Rottboellia cochinchinensis* la maleza dominante, teniendo un 72% de incidencia (Anexo B).

En el Cuadro 4 se muestra la incidencia de malezas a los 40 DDS de las cuatro malezas más dominantes en el estudio. Las leguminosas *Dolichos lablab* y *Vigna unguiculata* fueron los cultivos de cobertura que presentaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, en los cuales existió mayor incidencia de esta especie en comparación con los demás tratamientos, esto probablemente se debió a que *Dolichos lablab* presentó condiciones de humedad favorables para la germinación de esta maleza. *Vigna unguiculata* al no presentar una buena cobertura foliar pudo favorecer el crecimiento y desarrollo de *Rottboellia cochinchinensis*.

A pesar de que no existieron diferencias significativas para el tratamiento con *Mucuna pruriens* debido a que la época seca en la que se desarrolló el experimento pudo haber afectado su desarrollo y cobertura foliar, se observó una tendencia a tener una menor incidencia de *Rottboellia cochinchinensis*, probablemente esto se debió a su rápido crecimiento y a la capacidad que tiene este cultivo de cobertura para competir con malezas agresivas como *Rottboellia cochinchinensis* (Pound et al. 2006). Esto concuerda con los resultados obtenidos en el estudio de Barrios-Maestre et al. (2011) en el cual se demostró que la planta leguminosa *Mucuna pruriens* fue el cultivo que suprimió en mayor grado las malezas.

Cuadro 4

Incidencia de las malezas dominantes a los 40 días después de siembra en la Escuela Agrícola

Panamericana Zamorano, Honduras.

Malezas	Incidencia de malezas (%)			Testigo
	<i>Dolichos lablab</i>	<i>Mucuna pruriens</i>	<i>Vigna unguiculata</i>	
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	43.00a	16.00	42.75a	27.00
<i>Cyperus rotundus</i>	4.75b	3.75	2.00b	2.75
<i>Bidens pilosa</i>	4.25b	4.25	1.00b	3.00
<i>Commelina diffusa</i>	1.25b	2.50	3.75b	1.75
CV (%)	122.40	125.40	169.26	288.05
Valor P	0.01	0.12	0.04	0.43
R ²	0.60	0.36	0.48	0.19

Nota. ^{ab} medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación.

Por otro lado, al tomar el dato de peso fresco de las malezas a los 40 días después de siembra no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 5). Sin embargo, los valores más bajos se presentaron en los tratamientos con *D. lablab* y *M. pruriens*, esto pudo deberse a que desarrollaron una excelente cobertura la cual retrasa el crecimiento de las malezas ya que disminuye el paso de la radiación al suelo, además de que ejercen una competencia por nutrientes, luz y agua (Lobos 2019).

La materia fresca de las malezas presentes con *Vigna unguiculata* fue mayor en comparación con el Testigo, esto pudo deberse a que esta leguminosa tuvo los valores más bajos de cobertura foliar a lo largo de todo el estudio.

Cuadro 5

Peso de materia fresca de las malezas a los 40 días después de siembra de los cultivos de cobertura en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Cultivo de Cobertura	Materia Fresca de Malezas (t/ha)
<i>Dolichos lablab</i>	0.51
<i>Mucuna pruriens</i>	0.40
<i>Vigna unguiculata</i>	0.86
Testigo	0.62
CV (%)	2.34
Valor P	0.60
R ²	0

Nota. Medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación.

Biomasa de los Cultivos de Cobertura

Para el aporte de biomasa se tomaron los datos de materia fresca y materia seca para cada uno de los tratamientos, de los cuales ninguno mostró diferencias significativas ($P > 0.05$), indicando de esta manera que las cantidades de biomasa que aportaron fueron similares (Cuadro 6). Estos resultados son similares a los presentados por Sevilla (2008) quién tampoco obtuvo diferencias significativas de materia seca entre las leguminosas: *Dolichos lablab*, *Mucuna pruriens* y *Vigna sinensis* evaluadas en su estudio.

Una posible razón por lo cual no se encontraron diferencias significativas para la biomasa de los cultivos de cobertura de este estudio, pudo ser la similitud en las condiciones proporcionadas a

todos los cultivos, por lo que también pudo influir el sitio de muestreo, al ser este al azar, se pudo no haber tomado en cuenta sitios donde había mejores establecimientos de estos cultivos de cobertura.

A pesar de que no hubo diferencia significativa, *Dolichos lablab* fue el cultivo que aportó mayor contenido de biomasa, debido a que puede alcanzar mayor altura en comparación con los demás tratamientos. Este cultivo presenta un buen desarrollo y rápido crecimiento en temperaturas mayores a 29°C (Martínez 2018).

Cuadro 6

Aporte de biomasa como materia fresca (MF) y materia seca (MS) de los cultivos (leguminosas) de cobertura a los 85 días después de siembra (DDS) en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Cultivo de Cobertura	Materia Fresca (t/ha)	Materia Seca (t/ha)
<i>Dolichos lablab</i>	5.00	1.09a
<i>Mucuna pruriens</i>	2.5	0.73b
<i>Vigna unguiculata</i>	4.00	0.68b
CV (%)	6.57	0.87
Valor P	0.28	0.04
R ²	0.12	0.47

Nota. Medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación.

Conclusiones

Dolichos lablab, Mucuna pruriens y Vigna unguiculata produjeron porcentajes de cobertura foliar similares en un sistema de asocio en relevo en el cultivo de maíz.

Dolichos lablab fue la leguminosa que aportó mayor cantidad de biomasa, logrando aportar 4.94 t ha⁻¹ de materia seca en un sistema de asocio en relevo en el cultivo de maíz.

Recomendaciones

Realizar el mismo estudio durante la época lluviosa para que los cultivos de cobertura aprovechen la humedad que permanece en el suelo.

Evaluar el crecimiento y desarrollo de los cultivos siguientes para determinar si hay un impacto positivo de los beneficios de los cultivos de cobertura.

Referencias

- Barrios-Maestre R, Fariñas J, Silva-Acuña R, Sanabria D. 2011. Comportamiento de cinco especies de leguminosas como cobertura viva en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *Idesia*; [consultado el 25 de jun. de 2023]. 29(2):29–37. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292011000200004. doi:10.4067/S0718-34292011000200004.
- Beckett C. 2004. Dolichos lablab: Una leguminosa que alimenta a personas, a animales y al suelo. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 25 de jun. de 2023; consultado el 25 de jun. de 2023]. <https://www.echocommunity.org/es/resources/c82a56e2-82a2-4ac1-9873-c4bff04e1480>.
- Bunch R. 2004. Adopción de abonos verdes y cultivos de cobertura. *Revista de agroecología*; [consultado el 14 de jul. de 2023]. 19(4):11–13. <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol19n4.pdf>.
- Cardona Ayala CE, Pastrana Atencia FE, Salcedo Mendoza JG. 2019. Crecimiento, desarrollo y rendimiento productivo del frijol caupí (*vigna unguiculata* (L.) Walp.) en respuesta a dos distancias entre hileras, tres distancias entre plantas y uso de hidrogel en el departamento de Sucre. En: Hernández Burgos JL, editor. *Sistema de siembra y uso eficiente de recursos*. Sincelejo, Colombia: Corporación Universitaria del Caribe ; [consultado el 10 de ago. de 2023]. <https://libros.cecar.edu.co/index.php/CECAR/catalog/view/9/17/1368-1>.
- Cazorla C, Baigorria T. 2010. Antecesoros de maíz: barbecho o cultivos de cobertura? Argentina: La Salle; [consultado el 23 de jun. de 2023]. 8 p. https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Baigorria/publication/264843149_Antecesoros_de_maiz_barbecho_o_cultivos_de_cobertura/links/56127a9608ae4f0b65155591/Antecesoros-de-maiz-barbecho-o-cultivos-de-cobertura.pdf.
- Cerritos García JD, Ruiz Castro CO. 2021. Uso de leguminosas y brásicas como cultivos de cobertura para el control de malezas y nematodos en hortalizas en Zamorano, Honduras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 40 p; [consultado el 23 de ene. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3faafbd0-c8cd-4a6e-be0a-627b8869a156/content>.
- Cruz O. 2017. El cultivo de maíz: Manual para la producción del cultivo del maíz en Honduras. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 22 de jun. de 2023]. 36 p. <https://dicta.gob.hn/files/2017-El-cultivo-del-maiz,-g.pdf>.
- Escalante A. 2001. Biomasa, rendimiento, eficiencia en el uso del agua y nitrógeno en girasol de humedad residual. *Revista Tierra Latinoamericana*; [consultado el 9 de jul. de 2023]. 19(1):19–27. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319103.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. s.f. *Agricultura de conservación: Cobertura vegetal del suelo*. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 4 de feb. de 2023; consultado el 4 de feb. de 2023]. es. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2023. *Agricultura de conservación*. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 24 de jun. de 2023; consultado el 24 de jun. de 2023]. es. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/es/>.
- Granada Díaz D, Moreno Berrocal AM, García Alzate J, Mejía JW. 2008. Sistema: "Frijol relevo maíz" Intercalado en zocas de café. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 7 de may. de 2013];

- consultado el 5 de jul. de 2023]. 4 p. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/389/1/avt0375.pdf>.
- Helecho M. 2022. Cover Crops: What are they and how do they work? [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 18 de abr. de 2022; consultado el 11 de feb. de 2023]. <https://rodaleinstitute.org/blog/cover-crops-what-are-they-and-how-do-they-work/>.
- Ligña Sangucho MA. 2014. Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 4 de feb. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7c2ec4f1-9dd8-473b-a71f-08817bbc4fcd/content>.
- Lobos HM. 2019. Cultivos de cobertura: una llave para el control de malezas. La Nación; [consultado el 25 de jun. de 2023]. <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/cultivos-cobertura-llave-control-malezas-nid2305465/>.
- Martínez L. 2018. Efectos de tipos y concentraciones de sales en la germinación del frijol dolichos café (*Lablab purpureus*) [Tesis de pregrado]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 79 p; [consultado el 13 de jul. de 2023]. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/45417/K65543%20Mart%C3%ADnez%20G%C3%B3mez%2C%20Luis%20Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Martinez Viloría F. 2019. Caupí (*Vigna unguiculata* L. WALP) - Leguminosa Forrajera. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 15 de nov. de 2019; consultado el 25 de jun. de 2023]. <https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/ficha-tecnica-de-caupi-vigna-unguiculata-l-walp/>.
- Martinez Viloría F. 2020a. Asociaciones de Gramíneas con Leguminosas - Beneficios. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 11 de ago. de 2020; consultado el 4 de feb. de 2023]. <https://infopastosyforrajes.com/gramineas-y-leguminosas/asociaciones-de-gramineas-con-leguminosas/>.
- Martinez Viloría F. 2020b. Ficha Técnica de Fríjol Terciopelo (*Mucuna pruriens* (L.) DC). [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 16 de feb. de 2020; consultado el 5 de jun. de 2023]. <https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/ficha-tecnica-de-frijol-terciopelo-mucuna-pruriens-l-dc/>.
- Munive JA, Rocha G, Carreño R, Fuentes LE, Muñoz Rojas J, Acosta E. 2016. La interacción leguminosa-rhizobia, su importancia en el ambiente. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 4 de feb. de 2023; consultado el 21 de jun. de 2023]. <https://vaporlatierra.com/blog/2017/07/17/la-interaccion-leguminosa-rhizobia-su-importancia-en-el-ambiente/>.
- Muñoz L. 6 de mar. de 2014. Asociación de Cultivos en el Huerto: Las asociaciones beneficiosas. AgroHuerto; [consultado el 1 de jul. de 2023]. <https://www.agrohuerto.com/asociacion-de-cultivos-compatibilidad-entre-plantas/>.
- Narvaez S, Marchena H, Watler W, Córdón E. 2012. Rendimiento de dos variedades mejoradas de frijol, sembrados al voleo y al espeque, en Moss Pam, Waspam, rio Coco. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 25 de jun. de 2023; consultado el 25 de jun. de 2023]. <https://www.camjol.info/index.php/RCI/article/view/652/477>.
- Ovalle Molina C. 2020. Cubiertas vegetales: una herramienta fundamental para el manejo sustentable del suelo en huertos frutales, viñedos y hortalizas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias;

- [consultado el 17 de jun. de 2023]. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6936/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20425?sequence=1&isAllowed=y>.
- Patrignani A, Ochsner TE. 2015. Canopeo: A Powerful New Tool for Measuring Fractional Green Canopy Cover. *Agronomy Journal*; [consultado el 25 de jul. de 2023]. 107(6):2312–2320. en. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj15.0150>. doi:10.2134/agronj15.0150.
- Pound B, Natural Resources Institute, Chatham, Kent ME4 4TB, UK. 2006. Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 26 de may. de 2023; consultado el 26 de may. de 2023]. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivos-cobertura-que-son-t26502.htm>.
- Raggio J. 2021. Punto por punto: doce ventajas de los cultivos de cobertura – Altina. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 11 de feb. de 2023; consultado el 11 de feb. de 2023]. <https://www.altina.com.ar/punto-por-punto-doce-ventajas-de-los-cultivos-de-cobertura/>.
- Reynoso V. 2019. Leguminosas, regeneración para el suelo. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 12 de feb. de 2020; consultado el 29 de jun. de 2023]. <https://viaorganica.org/leguminosas/>.
- Sánchez JM. s.f. Leguminosas y rhizobium: la combinación perfecta. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 29 de jul. de 2021; consultado el 21 de jun. de 2023]. <https://kcenter.lallemandplantcare.com/es/brazil-paraguay/fundamentos/leguminosas-y-rizobium-combinacion-perfecta/>.
- Serrano Ayvar S. 19 de abr. de 2023. Perspectivas del maíz en el mercado mundial 2023. *El Economista*; [consultado el 22 de jun. de 2023]. <https://www.economista.com.mx/opinion/Perspectivas-del-maiz-en-el-mercado-mundial-2023-20230419-0111.html>.
- Sevilla J. 2008. Efecto de Dolichos lablab, Mucuna pruriens, Vigna sinensis y Sorghum bicolor en el manejo de coyolillo (*Cyperus rotundus*) y nemátodos (*Meloidogyne* sp.) [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 20 p; [consultado el 25 de jun. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4dd0a315-0e56-44d9-9fda-70647d509842/content>.
- Urquijo J. 2015. Calcula el porcentaje de cubierta vegetal con Canopeo - Greenapps&web. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 7 de mar. de 2018; consultado el 26 de jun. de 2023]. <https://www.greenappsandweb.com/android/calcula-el-porcentaje-de-cubierta-vegetal-con-canopeo/>.
- Velado R. 2020. Evaluación de cuatro leguminosas como cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 26 p; [consultado el 23 de ene. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25c07276-7cbf-4cb9-9702-dbc30c5cc571/content>.
- Willardson K. s.f. Los agricultores pueden utilizar cultivos de relevo para mejorar las ganancias y la conservación. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 5 de jul. de 2023; consultado el 5 de jul. de 2023]. <https://www.cfra.org/es/blog/farmers-can-use-relay-cropping-improve-profits-conservation>.

Anexos**Anexo A**

*Altura de los Cultivos de cobertura a los 30 días después de siembra, en el lote de Parcelas,
Zamorano, Honduras.*



Anexo B

Conteo y extracción de malezas por especie usando el método del cuadrado con medidas de 0.5m × 0.5m a los 40 días después de siembra del cultivo de cobertura.



Anexo C

Total de malezas encontradas e identificadas en el muestreo realizado a los 40 días después de sembrado el cultivo de cobertura.

Maleza	Incidencia
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	500
<i>Cyperus rotundus</i>	52
<i>Bidens pilosa</i>	46
<i>Commelina diffusa</i>	36
<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	19
<i>Nicandra physaloides</i>	11
<i>Solanum americanum</i>	4
<i>Urochloa fasciculata</i>	4
<i>Portulaca oleracea</i>	4
<i>Mecardonia procumbens</i>	4
<i>Amaranthus hybridus</i>	3
<i>Crotalaria pallida</i>	2
<i>Echinochloa colona</i>	2
<i>Balbastro coromandelianum</i>	2
<i>Cenchrus echinatus</i>	1
<i>Eragrostis mexicana</i>	1
<i>Richardia scabra</i>	1
<i>Eclipta alba</i>	1

Anexo D

Cobertura foliar del cultivo de cobertura Dolichos lablab a los 85 días después de siembra.



Anexo E

*Ejemplo de los resultados obtenidos del uso de la aplicación "Canopeo" para el análisis del porcentaje de cobertura foliar de leguminosas usadas como cultivos de cobertura en asocio con maíz (*Zea mays*) en Zamorano, Honduras.*



Anexo F

Materia fresca de leguminosas en invernadero cortadas en trozos.



Anexo G

Análisis de peso seco de los cultivos de cobertura a los 85 días después de siembra en Zamorano, Honduras.

