

Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo

Marco Antonio Ligña Sangucho

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Marco Antonio Ligña Sangucho

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2014

Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo

Presentado por:

Marco Antonio Ligña Sangucho

Aprobado:

Alejandra Sierra, M.Sc.
Asesora Principal

Renan Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto de los cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo.

Marco Antonio Ligña Sangucho

Resumen: Los cultivos de cobertura son una cobertura vegetal viva temporal o permanente que protege el suelo; son cultivados en asociación, intercalada o en rotación con cultivos de interés económico. El objetivo de este estudio fue evaluar cinco especies de cobertura: dos leguminosas (*Crotalaria juncea* y *Lablab purpureus* L. Sweet), dos gramíneas (*Zea mays* y *Sorghum bicolor* L.) y una brásica (*Brassica rapa* L. var. Rapa) para la rotación con cultivos de alto valor económico, bajo las condiciones agroecológicas de Zamorano. Se evaluaron 14 tratamientos incluyendo los cultivos de cobertura individuales y todas las posibles combinaciones comparadas a un testigo sin cobertura con cuatro repeticiones utilizando unidades experimentales de 12 metros cuadrados. Se evaluó los efectos de los tratamientos de cobertura en el control de malezas gramíneas, hoja ancha y coyolillo a los 30 y 45 días después de siembra (DDS). Además, se estimó la cantidad de materia seca y nutrientes que aportaron al suelo después de realizar el corte. Entre los 30 y 45 DDS, se presentaron reducciones en las poblaciones de malezas gramíneas (31%) y hoja ancha (18%), pero no se encontraron para las de coyolillo. En esas mismas etapas, la crotalaria en monocultivo, presentó mayor un mayor control de malezas gramíneas y hoja ancha en relación al testigo, pero no fue diferente a los otros tratamientos. El testigo aportó más materia seca representada por malezas que todos los monocultivos, excepto el maíz. No hubo diferencias en el aporte de nitrógeno y fósforo; sin embargo el testigo presentó un mayor aporte de potasio que todos los monocultivos.

Palabras clave: brasicas, gramíneas, leguminosas.

Abstract: Cover crops are temporary or permanent living mulch that protects the soil; they are grown in association or in rotation with crops of economic interest. The aim of this study was to evaluate five cover crops: two legumes (*Crotalaria juncea* and *Lablab purpureus* L. Sweet), two grasses (*Zea mays* and *Sorghum bicolor* L.) a brassica (*Brassica rapa* L. var Rapa) to rotate with crops of high economic value, under the agro-ecological conditions of Zamorano. Fourteen treatments were evaluated individually with all possible combinations, and compared to a control without coverage; using four replications and experimental units of 12 square meters. The effects evaluated were control of grasses, broadleaf and *Cyperus rotundus* at 30 and 45 days after sowing (DAS). The amount of dry matter and nutrients provided by the cover crops after incorporation was estimated. Between 30 and 45 DAS, reductions in populations of grass weeds (31%) and broadleaf (18%) were observed, but not found for *Cyperus rotundus*. In the same stages, sunn hemp in monoculture, had a higher control of grasses and broadleaf weeds in relation to the control, but was not different from the other treatments. The control treatment provided more dry matter represented by weeds than all monocultures except for corn. There were no differences in the contribution of nitrogen and phosphorus; however, the control had a higher potassium intake than all monocultures.

Keywords: brasicas, grasses, legumes.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iii
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES	14
5 RECOMENDACIONES	15
6 LITERATURA CITADA.....	16
7 ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Densidad de siembra (semillas/ha) de cultivos de cobertura en Lote 1, de la Unidad de Agricultura Orgánica. Zamorano, Honduras, 2012.....	5
2.	Resultados obtenidos del análisis de la textura y pH del suelo del Lote 1, de Agricultura Orgánica, Zamorano, Honduras, 2014	8
3.	Resultados obtenidos del análisis químico del suelo del Lote 1, de Agricultura Orgánica, Zamorano, Honduras, 2014	9
4.	Efecto de los cultivos de cobertura en la reducción de malezas gramíneas, hoja ancha y coyolillo, Zamorano 2014.	10
5.	Efecto de los cultivos de cobertura en la reducción de malezas a los 30 y 45 días después de la siembra. Zamorano, Honduras, 2014.	11
6.	Aporte de nutrientes y materia seca (kg/ha) de los cultivos de cobertura en forma de monocultivo y sus combinaciones utilizadas. Zamorano, Honduras, 2014.....	13
Figuras		Página
1.	Efecto de la crotalaria en la reducción de malezas gramíneas, hoja ancha y coyolillo al día 30 después de la siembra.	11
2.	Efecto de la crotalaria en la reducción de malezas gramíneas, hoja ancha y coyolillo al día 45 después de la siembra.	11
Anexos		Página
1.	Calicata 1, descrita en el Lote 1, de la Unidad de Agricultura Orgánica...	19
2.	Calicata 2, descrita en el Lote 1, de la Unidad de Agricultura Orgánica....	20
3.	Pruebas de infiltración básica realizada en la Unidad de Agricultura Orgánica.....	21

1. INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cobertura son una cobertura vegetal viva temporal o permanente que protege el suelo, es cultivada en asociación, intercalada o en rotación con otras plantas (Hernández *et al.* 2009; Sanclemente 2009). Se consideran una alternativa exitosa para mantener la fertilidad del suelo a nivel mundial (Magdoff y Van 2009; Sanclemente 2009; Puertas *et al.* 2008). Son cultivados para recuperar los nutrientes disponibles después de la cosecha de un cultivo económico (Magdoff y Van 2009; Puertas *et al.* 2009). Al mantener el suelo cubierto, previenen la pérdida de nutrientes por lavado y escurrimiento (Ernst 2004; Hoorman 2009), y reducen la erosión (CIDICCO 2003; Ernst 2004; Hoorman 2009; Magdoff y Van 2009; Puertas *et al.* 2008; Scott *et al.* 2011).

Estos cultivos proveen beneficios económicos y ecológicos que varían de acuerdo a la localización y temporada. Además, se pueden aprovechar como cosecha, forrajes y selección de semillas (Clark 2007; Hernández *et al.* 2009). Los cultivos de cobertura aportan beneficios desde el primer año de ser sembrados; estos beneficios se acumulan con el pasar del tiempo, contribuyendo a la salud y evolución hacia un mejor suelo (Clark 2007). Estos cultivos son de mayor importancia en regiones tropicales lluviosas, ya que al ser establecidos con cultivos de interés económico protegen el suelo descubierto de daños que ocasionan las lluvias (Hernández *et al.* 2009).

Los métodos de cobertura aportan beneficios tales como reducir la contaminación, erosión, presión de insectos, costos de fertilizantes, uso de herbicidas y pesticidas, conserva la humedad y protegen la calidad de agua (Clark 2007; Hernández 2009; CIDICCO 2003; Hoorman 2009). Adicionalmente, aumentan la diversidad de insectos benéficos (CIDICCO 2003), reducen malezas (Bunch 2003; CIDICCO 2003; Clark 2007; Hernández *et al.* 2009; Hoorman 2009; Sevilla 2008); aportan materia orgánica (Magdoff y Van 2009); y algunas especies como la mostaza, crotalaria, y sorgo suprimen nematodos (CIDICCO 2003; Dial 2012; Sevilla 2008; Sheahan 2012; Young- Mathews 2012).

Existe una diversidad de plantas que pueden ser utilizadas como cobertura. Las leguminosas y gramíneas incluyendo cereales son los más utilizados, pero actualmente ha aumentado interés por las brásicas, específicamente ciertos tipos de mostaza debido a sus características bio-fumigantes (Clark 2007; Magdoff y Van 2009).

Las leguminosas son los cultivos más utilizados, ya que convierten el nitrógeno de la atmosfera en nitrógeno disponible para las plantas debido a la acción simbiótica con bacterias *Rhizobium* (Ernst 2004; Magdoff y Van 2009; Sanclemente 2009; Scott *et al.* 2011). Los cultivos siguientes pueden tomar del 30-60% del nitrógeno fijado por las

leguminosas (Clark 2007) reduciendo el uso de fertilizantes sintéticos (Clark 2007; CIDICCO 2003; Sanclemente 2009; Scott *et al.* 2011). La crotalaria y el dolichos son

excelentes cultivos de cobertura que suprimen malezas, previenen la erosión, fijan nitrógeno y aportan materia orgánica mejorando la calidad del suelo (Valenzuela y Smith 2002; Sheaman 2012).

Las no leguminosas son usadas para reducir las pérdidas de los nutrientes que ocurren durante el periodo de barbecho (Ernst 2004). Las gramíneas como el sorgo y pasto sudan son útiles para recolectar el nitrógeno de una cosecha anterior y gracias a sus amplios sistemas radiculares también pueden penetrar suelos compactados y producir de 4400 a 1000 kg de materia seca por hectárea, respectivamente (Dial 2012). El cultivo de maíz al ser una planta C4 tiene alta tasa fotosintética para generar carbohidratos y proporcionar altos rendimientos de materia seca (Elizondo 2013).

Otros beneficios de las gramíneas es que pueden establecerse rápidamente y evitar la erosión. Además, la alta capacidad de producir biomasa evita la germinación y crecimiento de malezas y al ser incorporados al suelo aumentan el contenido de materia orgánica (Clark 2007; Magdoff y Van 2009). La desventaja es que las altas relaciones de C/N en pastos maduros, reducen la disponibilidad de nitrógeno para la próxima cosecha debido a la inmovilización por parte de los microorganismos (Hernández *et al.* 2009; Magdoff y Van 2009).

Las brásicas presentan un crecimiento rápido y una alta producción de biomasa. Adicionalmente, mejoran la compactación y evitan la pérdida de nutrientes por lixiviación (Clark 2007; Magdoff y Van 2009). Recientemente se ha aumentado el interés por estas plantas debido a su potencial en el manejo de plagas y enfermedades del suelo. Algunas brásicas producen sustancias químicas llamados glucosinolatos, que contienen compuestos activos llamados tiocianatos, que actúan como bio-fumigantes disminuyendo las malezas, patógenos y plagas del suelo como hongos y nematodos (Clark 2007; Haramoto y Gallandt 2005; Magdoff y Van 2009).

Estudios han demostrado que la combinación de leguminosas y no leguminosas forman una cobertura efectiva y presentan mejores beneficios que en monocultivo (Hernández *et al.* 2009). Estudios en Washington demostraron que al usar una combinación de trigo y mostaza en el cultivo de papas se reduce o elimina en uso de metan sodio (Clark 2007). Las gramíneas como el centeno, *Avena strigosa*, *Avena bizantina*, *Raphinus sativus* var. *oleiferus* son utilizadas en el Sur de Brasil como cultivos en el invierno para reducir y suprimir malezas antes de sembrar maíz y soya (Hernández *et al.* 2009; CIDICCO 2003). Estudios en California han demostrado que el uso de una mezcla 50:50 de *Lolium multiflorum* y *Trifolium incarnatum* en los viñeros proporciona buenos resultados (Clark 2007).

Aunque existen suelos que por naturaleza muestran pobres características físicas, químicas y biológicas, que desfavorecen un buen desarrollo de la agricultura; el mal uso de los suelos y las malas prácticas agrícolas han ocasionado problemas serios en muchas partes del planeta, obteniendo como resultado suelos desérticos, semiáridos y áridos. Las

Naciones Unidas estiman que 1 billón de hectáreas ha sufrido erosión desde 1945 y que el 38% de las tierras de cultivo a nivel global han sido degradadas seriamente (Tegtmeier y Duffy 2004). La degradación de los suelos ha incrementado la deforestación, ya que los campesinos talan árboles de tierras vírgenes para sembrar sus cultivos. Hoy en día debido a la limitada área de siembra los agricultores se ven obligados a optar por tecnologías que ayuden a regenerar suelos que han sido devastados por el mal uso en la agricultura o por factores provocados por la misma naturaleza. Una de las tecnologías sobresalientes a nivel mundial y que ofrecen múltiples beneficios, son los cultivos de cobertura y los abonos verdes. Estos cultivos pueden ser cultivados después de la cosecha, intercalados o en rotación con cultivos de interés económico.

Los cultivos de cobertura mayormente usados son las leguminosas, que tienen la característica de fijar nitrógeno atmosférico, aunque también se pueden utilizar gramíneas, brásicas entre otras. Analizada la situación se promueve realizar un estudio evaluando sistemas individuales y mixtos de leguminosas, gramíneas y brásicas. Se desea determinar que cultivo o combinación de los cultivos reduce el crecimiento de las malezas, produce mayor contenido de materia seca, y aporte de nutrientes al suelo. Con los resultados de este ensayo podemos determinar cuáles son los cultivos con mayor eficiencia para el mejoramiento de suelo y poder difundir esta información a los agricultores, quienes tienen mínimos conocimientos acerca de la importancia y beneficios de los cultivos de cobertura.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó entre los meses de julio a septiembre del 2014, en el Lote 1, de la Unidad de Agricultura Orgánica, de la Zona 2 de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, localizada en el Valle del Yegüare, Departamento de Francisco Morazán a 30 km al Este de Tegucigalpa, Honduras. La EAP se encuentra localizada a 800 msnm, con precipitación promedio anual de 1100 mm distribuidos en los meses de mayo a octubre y una temperatura promedio de 24°C.

Este ensayo tuvo un periodo de duración de 45 días, con el fin de aprovechar el suelo en los periodos cortos que ocurre entre la cosecha y la nueva siembra de los cultivos de alto valor económico. Los tratamientos en estudio se evaluaron con el propósito de poder implementar medidas en el control de malezas, aumentar la materia orgánica y aporte de nutrientes al suelo.

Descripción y distribución de los tratamientos. En el estudio se evaluaron cinco especies: dos leguminosas (*Crotalaria juncea* y *Lablab purpureus* L. Sweet), dos gramíneas: (*Zea mays* y *Sorghum bicolor* L.), y una brásica: (*Brassica rapa* L. var. Rapa). El lote se preparó con dos pases de rastra pesada para incorporar las malezas. Se dividió en 10 camas de, 1 metro de ancho × 90 metros de largo de las cuales las ocho centrales fueron utilizadas para el estudio. Se colocó un sistema de riego por goteo con dos mangueras por cama. El área total de siembra fue de 720 m². Las ocho camas se dividieron en 4 repeticiones, cada repetición compuesta de dos camas y cada cama se dividió en 14 tratamientos de 6 metros cada uno, con una separación de 0.5 metros entre tratamiento (Figura 1). En total fueron 56 unidades experimentales; en las que se distribuyeron los cultivos de cobertura individuales y las posibles combinaciones comparadas a un testigo sin cobertura (Cuadro 1).

Para la siembra de maíz y sorgo se tomó como referencia la densidad utilizada para la producción de forraje en Zamorano, Honduras. Para la mostaza y leguminosas se tomó como referencia información del USDA (United States Department of Agriculture, 2004) and NRCS (Natural Resources Conservation Service). Para los monocultivos se utilizó el 100% de la densidad por hectárea, para los tratamientos con dos cultivos, la densidad al 50%, y para el tratamiento con tres al 33% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Densidad de siembra (semillas/ha) de cultivos de cobertura en Lote 1 de la Unidad de Agricultura Orgánica, Zamorano, Honduras, 2014.

Tratamientos	Densidades (miles/ha)				
	<i>Zea mays</i>	<i>Sorghum bicolor</i>	<i>Dolichos lablab</i>	<i>Crotalaria juncea</i>	<i>Brassica rapa</i>
Maíz	90				
Sorgo		200			
Dolicos			80		
Crotalaria				1290	
Mostaza					2140
Maíz + Dolicos	50		40		
Maíz + Crotalaria	50			640	
Sorgo + Dolicos		100	40		
Sorgo + Crotalaria					
Maíz + Dolicos + Mostaza	30		30		710
Maíz + Crotalaria + Mostaza	30			430	710
Sorgo + Dolicos + Mostaza		70	30		710
Sorgo + Crotalaria + Mostaza		70		430	710
Testigo	0	0	0	0	0

La siembra se realizó al voleo. La cantidad de semillas para el estudio se determinó en base al peso de 100 semillas. La densidad total de cada cultivo se dividió para cada tratamiento, luego para cada metro de los tratamientos para establecer una distribución equitativa de la semilla al momento de la siembra.

Variables a medir.

Caracterización inicial del suelo.

Descripción morfológica del perfil de suelo. Se realizaron 13 barrenaciones y dos calicatas, acorde al mapa de familias texturales. Se describieron las características del perfil de suelo incluyendo: profundidad, color, textura, estructura, consistencia, resistencia, a la penetración, porosidad, tamaño y cantidad de raíces, pedregocidad y el límite entre horizontes. Para la descripción de las calicatas se utilizará la Tabla Munsell.

Infiltración. Para realizar la prueba de infiltración se utilizaron infiltrómetros de cilindro con medidas de; 30 cm alto × 33 cm de diámetro para el cilindro inferior, y 30 cm alto × 55 cm de diámetro para el superior). La práctica se realizó de acuerdo al método planteado por Arévalo y Gauggel (2012), se seleccionó el sitio representativo del suelo dominante y se instaló primero el cilindro interior golpeando con un mazo hasta que penetre 15 cm, luego se colocó el cilindro superior. Se llenó primero el cilindro exterior y después el interior. Se determinó la altura de agua con una regleta y se tomó los datos de

la infiltración a medida que hubo cambios en la altura del agua en relación al tiempo usando un cronometro.

Análisis químico. Se tomó una muestra de suelo 10 días antes de establecer el cultivo y se envió al Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano donde se analizó el pH, la conductividad eléctrica, el contenido de materia orgánica y contenidos de macro y micronutrientes.

Se analizó el pH con relación suelo - agua; 1:1, los nutrientes K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn por medio solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría absorción atómica. El fósforo se midió por medio de la solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. El porcentaje de Materia Orgánica por medio del método de Walkley & Black. El porcentaje de nitrógeno total: 5% de la materia orgánica. La textura a través método de Bouyoucus y los micronutrientes B_o y S por medio de la solución extractora fosfato de calcio, determinados por colorimetría.

Control de Malezas. Se realizó un conteo a los 30 y 45 después de la siembra (DDS) de los cultivos de cobertura. Se tomaron cuatro muestras al azar de cada repetición utilizando un marco de madera de 0.5 × 0.5 m para un equivalente de 1m². Las malezas se clasificaron en: gramíneas, hoja ancha y coyolillo.

Aporte de Materia Seca (MS) y Nutrientes. A los 45 DDS se extrajeron los cultivos y malezas de 1 m² por parcela. Se cortaron las raíces de las malezas y los cultivos colectados, se pesaron utilizando una balanza digital (US BALANCE Mini Bench Digital Scale, 1000 × 0.1 g) y se picaron. Una vez picadas se tomó una muestra representativa de 454 gramos de cada tratamiento y sus repeticiones se enviaron al Laboratorio de Suelos. Se analizó el porcentaje de materia seca y macronutrientes.

Para determinar la cantidad de materia seca de cada unidad experimental se tomó una muestra de 100 gramos de materia fresca y se determinó el porcentaje de materia seca utilizando el método de (Burcholtz 2007; Griggs 2005). En donde se colocó la muestra y un recipiente de agua dentro de un microondas por un espacio de cuatro minutos. Al final de este tiempo se pesó la muestra utilizando la balanza y se coloca nuevamente por dos minutos y este proceso se repitió hasta que la muestra no presente cambios de ± 1 gramo de peso.

Análisis del tejido vegetal. Se analizó la cantidad de nutrientes nitrógeno, fosforo, potasio y la cantidad de materia seca en g/100 g. El nitrógeno se midió por método de Kjeltex. El potasio mediante digestión húmeda con H₂SO₂ y H₂O₂, determinados por absorción atómica. El fosforo por digestión húmeda con H₂SO₂ y H₂O₂, determinados por espectrofotometría (colorimetría) y materia seca por gravimetría a 70°C.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar con 14 tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 56 unidades experimentales. Las variables control de malezas, aporte de materia seca y nutrientes se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando una separación de medias con el método DUNCAN ($P \leq 0.05$) y el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico del suelo.

El resultado de obtenido del análisis de suelo del Lote 1, de Agricultura Orgánica, mostró una textura de franco arenoso con una proporción de 62% de arena, 24% de limo, 14% de arcilla y un pH neutro de 7.1 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados obtenidos del análisis de la textura y pH suelo del Lote 1, de Agricultura Orgánica, EAP, Zamorano, Honduras.

Muestra	Textura	g/100g (%)			pH (H ₂ O)
		Arena	Limo	Arcilla	
Lote 1.- Agricultura Orgánica	Franco Arenoso	62	24	14	7.11
Rango Medio					

El resultado de la materia orgánica estuvo dentro del rango con 3.28, los macronutrientes P, K, y los micronutrientes Fe, Mn, Zn estuvieron sobre el rango, el N, Mg, S, Bo, mostraron un rango bajo y el Cu presentó un rango normal (Cuadro 3). Para determinar el estudio físico del suelo, se realizaron dos calicatas donde se obtuvo una estructura de bloques subangulares, una resistencia a la penetración > 4.5. La infiltración básica del suelo mostró una tendencia normal, a medida que pasaba el tiempo se observó menos infiltración de agua.

Cuadro 3. Resultados obtenidos del análisis químico del suelo del Lote 1 de Agricultura Orgánica, EAP, Zamorano - Honduras.

M.O	g /100g(%)						mg/kg (extractable)					
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Medio	Bajo	Alto	Alto	Alto	Bajo	Normal	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Bajo
3,28	0.17	524	434	1774	203	12	5.35	3.4	239	178	11,2	0.3
2.00	0.20	13					20	1.7	56	28	1.7	0.5
4.00	0.50	15	Por: Saturación de bases				80	3.4	112	112	3.4	80

Control de malezas.

El tratamiento con solo crotalaria presentó mayor control de malezas gramíneas y hoja ancha comparado con el testigo, pero no fue diferente de los otros tratamientos (Cuadro 4). Según Radovich *et al.* (2008) basándose en el hábito de crecimiento y la productividad la *Crotalaria juncea* puede proporcionar una excelente cobertura de suelo y la supresión de malezas en no labranza o en labranza de conservación.

No se presentó ningún efecto de los tratamientos en la población de coyolillo a los días 30 y 45 después de la siembra. Estudios realizados por Sevilla (2008) indican que a los 30 y 45 días no hubo disminución de las poblaciones de gramíneas, hoja ancha y coyolillo esto se debe a que las coberturas no presentaron una cubierta uniforme, por ende no encontró datos relevantes en la disminución en la población de malezas. Sin embargo, pudo observar diferencias en las poblaciones a los 60 días cuando los cultivos cubren la parcela entera.

Cuadro 4. Efecto de los cultivos de cobertura en las poblaciones de malezas gramíneas, hoja ancha y coyolillo. Zamorano 2014.

Tratamientos	Población de malezas (No/m ²)		
	Gramíneas	Hoja Ancha	Coyolillo
Testigo	106 a [‡]	124 a	10 ^{ns}
Maíz	78 ab	84 abc	7
Sorgo	47 ab	91 ab	6
Dolicus	46 ab	82 abc	6
Crotalaria	24 b	40 c	5
Mostaza	70 ab	65 abc	6
Maíz + Dolicos	54 ab	109 ab	10
Maíz + Crotalaria	37 ab	62 bc	8
Sorgo + Dolicos	47 ab	86 abc	6
Sorgo + Drotalaria	36 ab	91 abc	9
Maíz + Dolicos + Mostaza	47 ab	83 abc	5
Maíz + Crotalaria + Mostaza	47 ab	67 abc	12
Sorgo + Dolicos + Mostaza	93 ab	116 abc	3
Sorgo + Crotalaria + Mostaza	38 ab	68 abc	10

[‡] Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre si según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

^{ns} no significativo.

A los 45 DDS el efecto mostrado por los cultivos de cobertura en el control y reducción de malezas en relación al testigo, para las malezas gramíneas (31%) y hoja ancha (18%) fue significativo. Sin embargo para el coyolillo no hubo diferencia significativa (Cuadro 5). Esto muestra que en la competencia por luz predominó el cultivo de cobertura sobre las malezas gramíneas y hoja ancha.

Esta reducción puede ser atribuida a que los cultivos de cobertura pueden suprimir malezas por medio de alelopatía, que es el efecto inhibitor de una planta a otra como resultado de liberación de sustancias químicas en el medio ambiente. Estudios demuestran que extractos de hojas y residuos de crotalaria, inhiben el crecimiento de *Triticum aestivum*, *Capsicum annuum*, de malezas *Eleusine indica*, *Amaranthus lividus* (Skinner *et al.* 2012)

En cuanto a la maleza coyolillo no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 5). Esto concuerda con estudios realizados por Rubio Cajiao (2006) que comparó la población de coyolillo al final del ensayo con la población inicial y no encontró diferencias significativas excepto con el testigo.

Cuadro 5. Efecto de los cultivos de cobertura en la reducción de malezas a los 30 y 45 días después de siembra. Zamorano 2014.

Día	Malezas (No./m ²)		
	Gramíneas	Hoja Ancha	Coyolillo
30	65a [‡]	92a	8 ^{ns}
45	45b	75b	7

[‡] Valores en columnas con la misma letra, no difieren estadísticamente entre si según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

^{ns} no significativo.

Se pudo observar que tanto al día 30 como el día 45 los tratamientos con crotalaria, presentaron un mayor control de gramíneas y hoja ancha que los tratamientos sin crotalaria (Figura 1 y 2). Esto es debido a que la crotalaria crece rápidamente previniendo el crecimiento de las malezas después de la siembra, siendo beneficioso para las malezas que son difíciles de controlar o incluso que son resistentes a herbicidas (Warren *et al.* 2012).

La crotalaria además de producir gran cantidad de biomasa y considerable cantidad de nitrógeno, posee un componente aleloquímico llamado delta-hydroxynorleucine (5-hidroxi-2-aminohexanoico). Estudios han comprobado que después de la incorporación de residuos de crotalaria, dicho compuesto reduce el crecimiento de al menos 12 tipos de malezas (Adler y Chase 2007), así mismo reduce la germinación de *Lactuca sativa* y *Amaranthus hybridus* (Skinner *et al.* 2012).

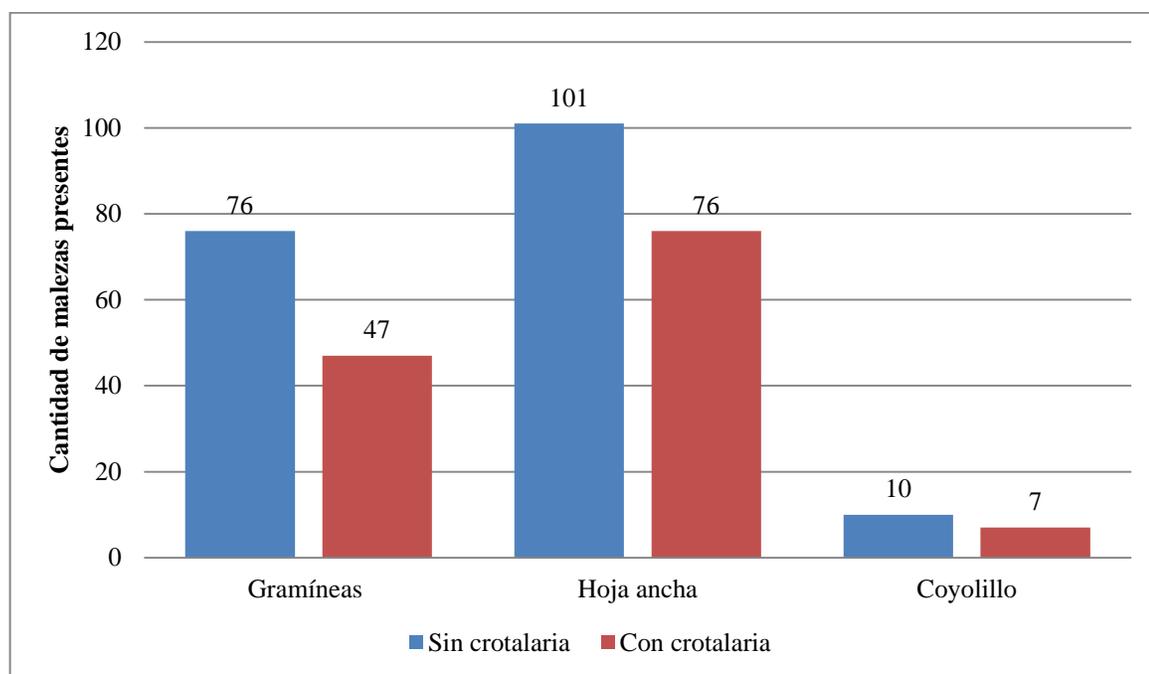


Figura 1. Efecto de la crotalaria en la reducción de malezas gramíneas, hoja ancha y coyolillo al día 30 después de la siembra.

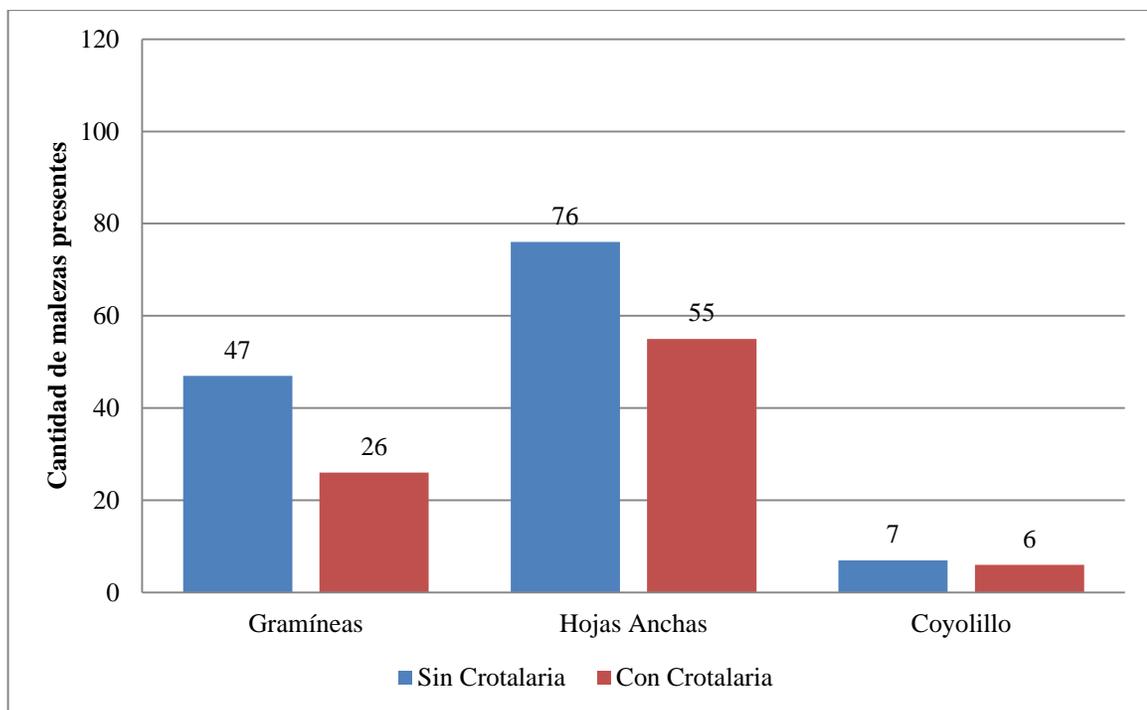


Figura 2. Efecto de la crotalaria en la reducción de malezas gramíneas, hoja ancha y coyolillo al día 45 después de la siembra.

Para la variable materia seca, no se presentaron diferencias significativas, aunque el testigo presentó un aporte mayor comparado a los cultivos sembrados en forma de monocultivo, con excepción del maíz (Cuadro 6). Esto se puede deber a que las malezas tienen características fisiológicas más desarrolladas, que los cultivos. Como ser alta tasa de crecimiento y fotosíntesis, alto crecimiento radicular, rápida incorporación de productos de la fotosíntesis para formar hojas y crecimiento rápido de la fase vegetativa a reproductiva (Pitty 1997). Estudios realizados demuestran que el aporte de materia seca por parte de los cultivos de cobertura, se ve influenciado por la edad fisiológica en la que se encuentran (Rubio Cajiao 2006). Los cultivos como *Canavalia ensiformis*, *Dolichos lablab*, *Mucuna pruriens*, *Vigna sinensis* incorporadas al suelo a los 120 DDS, muestran mayor aporte de materia seca (Joya Arias 2007).

Las cantidades nutrientes obtenidos en el análisis tejido vegetal indican la cantidad de nutrientes que las plantas pudieron tomar del suelo o en el caso de las leguminosas, el nitrógeno de la atmósfera. No se encontraron diferencias significativas en el aporte de nitrógeno y fósforo (Cuadro 6). En el caso del potasio, el testigo presenta un mayor aporte en comparación con los monocultivos. Se observa una tendencia que el testigo muestra resultados más altos en el aporte de nutrientes. Esto se vería influenciado a que hubo un mayor aporte de materia seca.

A pesar de que el testigo presentó una tendencia a tener mejor aporte de materia seca y nutrientes, no es recomendable dejar lotes con malezas, porque se incrementa el banco de semillas y después su control es más difícil. Debido a que las malezas son plantas exitosas

con crecimiento rápido, son alelopáticas, con sistema radical profundo que en condiciones adversas pueden producir semillas gran cantidad de semillas con latencia que pueden permanecer viables por mucho tiempo y dispersarse fácilmente por los campos (Pitty 1997).

Cuadro 6. Aporte de nutrientes y materia seca (kg/ha) de los cultivos de cobertura en forma de monocultivo y sus combinaciones utilizados. Zamorano - Honduras, 2014.

Tratamientos	Materia Seca	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	-----kg/ha-----			
Testigo	11664 a [‡]	105 ^{ns}	232 ^{ns}	64 a
Maíz	8977 ab	95	182	39 b
Sorgo	6480 b	81	162	36 b
Dolicos	6683 b	85	162	36 b
Crotalaria	6520 b	76	150	27 b
Mostaza	6724 b	81	156	39 b
Maíz + Dolicos	10100 ab	100	196	42 ab
Maíz + Crotalaria	6642 b	85	156	33 b
Sorgo + Dolicos	6642 b	81	156	27 b
Sorgo + Crotalaria	6280 b	76	150	33 b
Maíz + Dolicos + Mostaza	8789 ab	90	175	42 ab
Maíz + Crotalaria + Mostaza	8464 ab	90	203	42 ab
Sorgo + Dolicos + Mostaza	7876 ab	85	156	49 ab
Sorgo + Crotalaria + Mostaza	7482 ab	90	196	39 b

[‡]Valores en columnas con distintas letras, difieren estadísticamente entre si según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

^{ns} no significativo.

4. CONCLUSIONES

- Se presentó una reducción, del día 30 al día 45 en las poblaciones de malezas gramíneas y hoja ancha, pero no se encontraron diferencias significativas en la maleza coyolillo.
- El tratamiento con solo crotalaria, presentó mayor control de malezas gramíneas y de hoja ancha comparado con el testigo, pero no fue diferente a los otros tratamientos.
- Se pudo observar que tanto a los 30 y 45 DDS los tratamientos con crotalaria, presentaron mayor control de gramíneas y hoja ancha que los tratamientos sin crotalaria.
- El testigo aportó más materia seca que todos los monocultivos, excepto el maíz.
- No hubieron diferencias en el aporte de nitrógeno y fósforo. Sin embargo el testigo presentó un mayor aporte de potasio que todos los monocultivos.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un conteo inicial de malezas a los 15 DDS, para poder compararlo con los resultados finales del ensayo.
- Usar gramíneas que produzcan mayor materia seca y que se adapten a las condiciones agroecológicas de Zamorano.
- Realizar un ensayo donde las leguminosas sean inoculadas con *Rhizobium* y medir su capacidad de fijar nitrógeno de la atmosfera y contribuir al suelo.
- Realizar análisis inicial y final del contenido de nitrógeno de suelo, que ayude a determinar, en el caso de las leguminosas, si el nitrógeno fue absorbido del suelo o fijado de la atmosfera.

6. LITERATURA CITADA

Adler, M.J., C. A. Chase 2007. Comparison of the Allelopathic Potencial of legumimous summer cover crops: Cowpea, Sunn Hemp, and Velvetbean. Hort Science 42(2): 289-293.

Arévalo, G., C. Gauggel. 2012. Manual de laboratorio de manejo de suelos y aguas. Zamorano. Honduras. 50-52 p.

Bucholtz, H. 2007. Methods for Determining Dry Matter of Forages and Grains. E. Lansing, MI 488224. Michigan State University. 1 p.

Bunch, R. 2003. Adoption of green manure and cover crops. Leisa Agroecology Magazine. California. USA. Vol. 3 p.

Clark, A. 2007. Sunn hemp: *Crotalaria juncea* En: Managing cover crops profitably. 3rd ed. Sustainable Agriculture Research & Education, Colleague Park, disponible en: <http://www.sare.org/Learning-Center/Books/Managing-Cover-Crops-Profitably-3ed-Edition/Text-Version/Printable-Version>.

Clark, A. 2007. Mustard: Brassica rapa L. var. Rapa En: Managing cover crops profitably. 3ra Ed. Sustainable Agriculture Research & Education. Oregón. USA. 84 p.

Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura. (CIDICCO). 2003. Catálogo de sistemas de cultivos de cobertura y abonos verdes (CCAV), empleados y pequeños agricultores de los trópicos. CIDICCO. Honduras. 15 p.

Dial, H.L. 2012. Plant guide for sorghum (*Sorghum bicolor* L.). USDA-Natural Resources Conservation Service, Tucson Plant Materials Center, Tucson, AZ. p 5.

Elizondo Guzmán, J.O. 2013. Evaluación del rendimiento de los híbridos de maíz DK357VTPRP[®], DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®] para la producción de ensilaje, Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16 p.

Ernst, O. 2004. Leguminosas como cultivos de cobertura. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay. 9 p.

Griggs, T. C. 2005. Determining Forage Dry Matter Concentration with a Microwave Oven. Dept. of Plants, Soils, & Biometeorology. Cooperative Extension. Utah State University. 2 p.

Hernández Y., E. Alfaro., D. Medero., y E. Figueroa 2009. Las coberturas vivas en sistemas de cultivos agrícolas. Vol. 13. Número 38. 7-16 p.

Haramoto, E.R., E.R. Gallandt. 2005. Brassica cover cropping: II. Effects on growth and interference of green bean (*Phaseolus vulgaris*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Weed science. 53:702-708.

Hoorman, J. J. 2009. Using Cover Crops to Improve Soil and Water Quality. Agriculture and Natural Resources. 4 p.

Joya Arias, A. 2007. Efecto de cultivos de coberturas en la población de malezas, insectos y nematodos. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 22 p.

Magdoff, F., V. Harold. 2009. Building soils for better crops: sustainable soil management. 3rd Ed.p.cm. – (Handbook series; bk.10). Published by Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) program. From the National Institute of Food and Agriculture, U.S. Department of Agriculture. 294 p.

Pitty, A. 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 300 p.

Puertas, F. E., Arévalo. L. Zúniga., J. Alegre., O. Loli., H. Soplin y V. Baligar 2008. Establecimiento de Cultivo de Cobertura y Extracción total de Nutrientes en un Suelos de Trópico Húmico en la Amazonia Peruana. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional de Agraria La Molina. Lima –Perú. 6 p.

Radovich, T., Sugano, J., Koon-Hui, W. 2008. Promoting adaptive management with tropic Sunn Hemp (*Crotalaria juncea*) in Hawaii for ecological strategies in weed control, nematode suppression and nutrient management (en línea). Consultado 18 de octubre de 2014. Disponible en <http://mysare.sare.org/MySare/ProjectReport.aspx?do=viewProj&pn=EW08-013>

Rubio, J.M. 2006. Efecto de Canavalia, Dolichos, Mucuna y Cowpea en la población de coyolillo (*Cyperus rotundus*), insectos, nematodos y fertilidad del suelo. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 22 p.

Sancllemente, O. 2009. Efecto del Cultivo de Cobertura: *Mucuna pruriens*, en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo Typic Haplustalfs, cultivado con maíz (*Zea mays* L.) en la zona de ladera del Municipio de Palmira, Valle. Palmira. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 6 p.

Scott Tubbs, R., M. D. Toews., G.D. Collins., W. Don Shurley and A. R. Smith 2011. Fertilization and Cover Crop Interactions for Strip- Till Cotton. Crops Soil Sciences Department. 60-72 p.

Sevilla Holguin J. F. 2008. Efecto de *Dolichos lablab*, *Mucuna pruriens*, *Vigna senensis* y *Sorghum bicolor* en el manejo de coyolillo (*Cyperus rotundus*) y nematodos (*Meloidogyne* sp.). Tesis Ing. Agro. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13 p.

Sheahan, C.M. 2012. Plant guide for lablab (*Lablab purpureus*). USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center. Cape May, NJ. 08210

Skinner, E., Diaz-Perez J.C., Schomberg, H., Vencill, W. 2012. Allelopathic Effects of Sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.) on Germination of Vegetables and Weeds. Hort Science 47 (1): 138-142.

Tegtmeier, E.M., M.D. Duffy. 2004. External costs of agricultural production in the United States. International Journal of Agricultural Sustainability 2: 1-20.

United States Department of Agriculture (USDA). 2014. Natural Resources Conservation Service (en línea) consultado 5 de julio de 2014. Disponible en <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/site/plantmaterials/home/>

Valenzuela, H., J. Smith. 2002. Tropic Sun Hemp. Sustainable Agriculture. Green Manure Crops. Departments of Tropical Plant and Soil Sciences and Natural Resources and Environmental Management. 4 p.

Valenzuela, H., J. Smith. 2002. Lablab. Sustainable Agriculture. Green Manure Crops. Departments of Tropical Plant and Soil Sciences and Natural Resources and Environmental Management. 3 p.

Warren, J., W. Tracy., J. Edwards. (2012). Using Sunn Hemp as a cover Crop in Oklahoma. Oklahoma Cooperative Extension Service PSS- 2273. Developed as part of OkSARE's Professional Development Program. Disponible en: <http://www.sare.org/Learning-Center/SARE-Project-Products/Southern-SARE-Project-Products/Using-Sunn-Hemp-as-a-Cover-Crop-in-Oklahoma>. 2 p.

Young-Mathews, A. 2012. Plant guide for field mustard (*Brassica rapa* spp. Rapa). USDA-Natural Resources Conservation Service, Plant Materials Center, Corvallis, OR. Published June 2012. 5 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Calicata 1, descrita en el Lote 1, de Agricultura Orgánica, EAP, Zamorano-Honduras.

DESCRIPCION DEL PERFIL										
HORIZ.	PROFUND	COLOR	TEXT	ESTRUCTURA			CONSISTENCIA			RESIST PENETRAC
				TIPO	GRADO	CLASE	SECO	HÚMEDO	MOJADO	
A	0-25	8.5 YR 8/3.	Franco arenoso	bsa	Fuerte	medio	Duro	Muy firme	Lig plástico No pegajoso	4.5
C	25-52	5YR 4/3.	Arenoso	bsa	Fuerte	medio	Suelto	Suelto	No pegajoso No plástico	4.5
B	52-90x	5 YR 8/2.	Arenoso	bsa	Débil Fuerte	medio Fino	Suelto	Suelto	No plástico No pegajoso	4.5

POROS			RAICES		PIEDRA/ROCA		LIMITE	
TAM	F	CANT	TAM	CANT	TAM	CANT	TOPOGRAF.	NITIDEZ
Todos los tamaños	tubulares vesiculares planares	Todos abundantes	finas finos finos	pocas	pequeño	pocas	ondulado	gradual
Todos los tamaños	tubulares vesiculares planares	Todos abundantes	medias finas medios	pocas	pequeño	pocas	ondulado	gradual
Todos los tamaños	Planares vesiculares	pocos	medias medios	pocas	grande media	abundante		

Anexo 2. Calicata 2, descrita en el Lote 1, de Agricultura Orgánica, EAP, Zamorano-Honduras.

HORIZ .	PROFUND	COLOR	TEXT	ESTRUCTURA			CONSISTENCIA			RESIST
				TIP O	GRADO	CLAS E	SECO	HUMED O	MOJADO	PENETRA C
A	0-43	7.5 YR 8/2.	Franco arenoso	bsa	Fuerte	medio	Ligeram duro	Friable	Pegajoso Lig plástico	4.5
C	43-62	7.5 YR 8/1.	Franco	bsa	Fuerte	medio	Muy duro	Friable	Lig. Plástico Pegajoso	4.5
B	62-97x	7.5 YR 3/3.	Arenoso	bsa	Moderado	medio	Ligeramen t duro	Friable	No pegajoso No plástico	4.5

POROS			RAICES		PIEDRA/ROCA		LIMITE	
TAM	F	CANT	TAM	CANT	TAM	CANT	TOP	NITIDEZ
Todos tamaños	tubulares vesiculares planares	Muchos Medio Muchos	finas medias	muchas	Pequeño	pocas	ondulad	difuso
medianos	tubulares vesiculares planares	Pocos	finas	pocas	Pequeño	pocas	ondulad	difuso
medianos	Planares vesiculares	Muchos	finas	escasas	ausente	ausente	ondulado	difuso

Anexo 3. Pruebas de infiltración básica realizadas en el Lote 1, de Agricultura Orgánica.

