

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



Proyecto Especial de Graduación

Efecto de la *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo maíz en el segundo año experimental

Estudiantes

José Rodolfo Chavarría Montenegro

William Mauricio Belloza Urbina

Asesores

Rony Muñoz, M.Sc.

Dra. Gloria Arévalo

Honduras, julio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Director del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos.....	8
Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Materiales y Métodos	15
Ubicación	15
Descripción de los Tratamientos.....	16
Manejo de los Cultivos.....	17
Variables determinadas	18
En el suelo	18
En el laboratorio.....	18
Análisis Químico.....	18
Análisis de Tejido Vegetal	19
Análisis Físico de los Suelos.....	19
En el cultivo	20
Estimación de la Población de Maíz al Establecimiento del Cultivo	20
Conteo de Malezas.....	20
Altura de Planta	20
Número de Hojas	21

	4
Índice de Clorofila	21
Área Foliar	21
Rendimiento en Biomasa	21
Diseño Experimental	22
Análisis Estadístico	23
Resultados y Discusión.....	24
Condición Física y de la Materia Orgánica del Suelo	24
Análisis Químico de Suelo	28
Análisis Químico de Tejido Vegetal.....	30
Densidad de Plantas y Profundidad de Raíces	31
Efecto del Sistema de Labranza y Cultivo de Cobertura en la Población de Malezas	34
Altura del Cultivo	38
Índice de Área Foliar y Clorofila	39
Número de Hojas y Biomasa	41
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Referencias.....	46
Anexos.....	52

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	17
Cuadro 2 Efecto de los sistemas de labranza y cobertura sobre la estabilidad estructural, densidad aparente, resistencia a penetración y materia orgánica del suelo para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.	27
Cuadro 3 Nutrientes disponibles en el suelo a los 30 después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y dos sistemas de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.	29
Cuadro 4 Nutrientes absorbidos a los 45 días después de la siembra en el tejido foliar para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y dos sistemas de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	30
Cuadro 5 Matriz de biodisponibilidad de los nutrientes en el suelo y tejido vegetal para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....	31
Cuadro 6 Efecto del sistema de labranza y cobertura sobre el número de plantas germinadas al establecimiento de cultivo y profundidad de raíces para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo del maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	34
Cuadro 7 Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 25 días después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas,	

mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	36
Cuadro 8 Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 60 días después de la siembra para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	37
Cuadro 9 Diferencias en altura del cultivo de maíz en función de los tratamientos para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.	39
Cuadro 10 Efecto del sistema de labranza y cobertura sobre el índice de área foliar e índice de clorofila para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo del maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.	41
Cuadro 11 Efecto del sistema de labranza y cobertura sobre el número de hojas y rendimiento en biomasa para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo del maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	43

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del experimento donde se evaluó el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza, sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.	15
Figura 2 Distribución de los tratamientos en el campo en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.	22

Índice de Anexos

Anexo A Primer muestreo de maleza realizado a los 15 días después de siembra para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....	52
Anexo B Segundo muestreo de maleza a los 45 días después de siembra para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	53
Anexo C Productos químicos utilizados en lote para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....	54
Anexo D Análisis de Materia Orgánica a los 30 días después de la siembra para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	55
Anexo E Análisis de Suelos (pH y macronutrientes) a los 30 días después de la siembra para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....	56
Anexo F Análisis de tejido vegetal a los 48 días después de la siembra en el tejido foliar para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	57
Anexo G Medición del área foliar con un escáner portátil tipo CI-202 Laser Área Meter con 0.01 cm ² de resolución que muestra el valor en cm ² y el índice de clorofila por medio de un clorofilometro Minolta SPAD-502 Plus a los 48 días después de la siembra.	58

Anexo H Corte de la juncea L. a los 56 días después de la siembra para la incorporación en el sistema de labranza mínima y en el sistema de labranza convencional, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....	59
Anexo I Condición de los horizontes del suelo y profundidad de raíces en cada tratamiento a los 30 días después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y el sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	60

Resumen

Cultivos de cobertura y sistemas de labranza de conservación son tecnologías para desarrollar producción sostenible. El objetivo fue evaluar el efecto de *Crotalaria juncea* L. en rotación con maíz (*Zea mays*) variedad tuxpeño en dos sistemas de labranza: convencional y mínima. Los tratamientos fueron: labranza convencional con cobertura (LCC), labranza convencional sin cobertura (LCS), labranza mínima con cobertura (LMC) y labranza mínima sin cobertura (LMS), cada uno con tres repeticiones en parcelas divididas, separación de medias por diferencia mínima significativa (DMS) ($P \leq 0.05$) y, software estadístico InfoStat. Para la variable población de malezas se realizaron dos muestreos 25 y 60 días después de siembra (DDS) del maíz. En el suelo se analizó: estabilidad estructural (E.E), resistencia a penetración (R.P), densidad aparente (D.A) y materia orgánica (M.O) a tres profundidades (0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm). En maíz las variables fueron: densidad poblacional al establecimiento, altura 15, 30 y 60 (DDS), profundidad de raíces, número de hojas, biomasa, área foliar e índice de clorofila. Labranza mínima con cobertura tuvo mayor supresión de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona* y *Nicandra physalodes*. La labranza mínima debe ir acompañada con cultivo de cobertura para aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, por sí sola no lo logra. Labranza convencional refleja disminución de densidad aparente respecto a la labranza mínima por debajo de los 10 a 20 cm. El desarrollo y crecimiento del maíz es similar bajo sistemas de labranza convencional y conservación. Los tratamientos donde existió cultivo de cobertura hubo una mejor absorción de nutrientes.

Palabras clave: Cobertura, labranza, malezas, maíz

Abstract

Cover crops and conservation tillage systems are technologies to develop sustainable production. The objective was to evaluate the effect of *Crotalaria juncea* L. in rotation with corn variety tuxpeño in two tillage systems: conventional and minimum. The treatments were: conventional tillage with cover (LCC), conventional tillage without cover (LCS), minimum tillage with cover (LMC) and minimum tillage without cover (LMS), each with three repetitions in divided plots, separation of means by difference least significant (LSD) ($P \leq 0.05$) and InfoStat statistical software. For the weed population variable, two samples were taken 25 and 60 days after sowing (DDS) of corn. In the soil, the following were analyzed: structural stability (S.S), resistance to penetration (R.P), apparent density (DBH) and organic matter (O.M) at three depths (0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm). In maize, the variables were: population density at establishment, height 15, 30 and 60 (DDS), root depth, number of leaves, biomass, leaf area and chlorophyll index. Minimum tillage with cover had greater suppression of *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona* and *Nicandra physalodes*. Minimum tillage must be accompanied by a cover crop to increase the content of organic matter in the soil, it does not achieve this by itself. Conventional tillage reflects a decrease in bulk density compared to minimum tillage below 10 to 20 cm. The development and growth of corn is similar under conventional and conservation tillage systems. The treatments where there was a cover crop had a better absorption of nutrients.

Keywords: Coverage, tillage, weeds, corn

Introducción

En el trópico las condiciones ambientales para la agricultura incluyen lluvias potencialmente fuertes donde el suelo está expuesto a altos niveles de erosión, lo que combinado con las altas temperaturas dificulta la conservación de residuos sobre la superficie del suelo y consecuentemente el mantenimiento de la materia orgánica (Upadhyaya y Blackshaw 2007). Además, los sistemas de producción que se basan en un cultivo por año generan tiempos de barbecho excesivamente largos, en los que se aumenta la probabilidad de tener pérdidas de suelo y nutrientes por erosión (Ernst 2004).

Por otro lado, la presencia de malezas configura el principal problema en los sistemas de siembra directa, por lo tanto, el uso de herbicidas es una herramienta fundamental para su control (Koskinen y McWhorter 1986). La residualidad de los productos utilizados, la resistencia generada por algunas especies a ellos, la contaminación tanto del suelo, agua y de productos cosechados hacen la necesidad de buscar alternativas no químicas para evitar estos problemas. Asimismo, la disminución en el uso de insumos de alto impacto y no renovables, conduce a generar sistemas más sustentables (Edwards C et al. 1990). De esta manera, para lograr la sustentabilidad de los sistemas de producción se debe mejorar el balance de carbono a través de un mayor aporte de biomasa vegetal (Capurro et al. 2012).

Se justifica entonces la búsqueda de opciones para mejorar la calidad de manejo de suelos y de coberturas vegetales del suelo que limiten los riesgos. Una alternativa para reducir la problemática son los cultivos de cobertura, que son especies que se introducen en las rotaciones de cultivos para proporcionar servicios ecosistémicos, entre ellos: protección del suelo contra la erosión, captura y prevención de pérdidas de nutrientes del suelo, mejoramiento de sus características físicas y químicas y supresión de malezas (Sustainable Agriculture Network 1998). También, la utilización de cultivos de cobertura (CC) en los períodos de barbecho, normalmente período improductivo, permite mantener el suelo cubierto, reciclar nutrientes y produce un nuevo ingreso de rastrojo al sistema. Si el CC es una

leguminosa, se logra, además, un ingreso adicional de nitrógeno (N), lo que puede representar una ventaja económica adicional (Ernst 2004).

Los CC para poder ser utilizados deben presentar un crecimiento rápido y de tipo rastrero para garantizar un buen control de erosión y una eficaz supresión de malezas (López y Vega 2004). Son muchas las plantas utilizadas en ambientes tropicales y la selección de especies depende de características de clima, suelo y del sistema de producción al cual serán integradas. Debido a su capacidad de fijar N atmosférico, la mayoría de las especies recomendadas son leguminosas. Sin embargo, algunas gramíneas con características muy deseables también pueden ser utilizadas (Sanchlol y Cervantes 1997).

En el trópico, la leguminosa *Crotalaria juncea* L. ha sido utilizada extensivamente para el mejoramiento de suelos. Esto debido a la capacidad de producir biomasa (14.5 ton/ha de biomasa) en rotaciones con maíz, sorgo y caña de azúcar (Li et al. 2015). También por su crecimiento precoz y su hábito de crecimiento denso que suprime las malezas. Los residuos de *Crotalaria* genera un alto aporte de nitrógeno al suelo, con una baja relación C: N, que favorece una rápida mineralización y la pronta disponibilidad de nutrientes. Sus raíces forman nódulos en una relación simbiótica con bacterias benéficas que fijan nitrógeno atmosférico que aporta aproximadamente 200 kg/ha de N (Rascón 2015).

La labranza, es la técnica más utilizada para la preparación del terreno por medio de implementos, para lograr la descompactación del suelo para poder ser cultivado. Existen diferentes métodos de labranza, los cuales han desarrollado gracias a las nuevas tecnologías (Mendoza 2021). En ese sentido, la labranza está dentro de las prácticas culturales que se realizan en la agricultura, con el objetivo de promover la germinación de las semillas ya que aumenta la aireación, sin embargo, la labranza excesiva también puede afectar negativamente (Ortega y Agüero 2005).

Existen distintos tipos de labranza, como labranza de conservación y labranza convencional. La labranza de conservación, es aquella que conserva el suelo y no permite su erosión, logra reducir

la erosión hídrica y eólica del suelo; disminuye la compactación del suelo, además de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas (Pitty 1997). La labranza convencional, es el laboreo del suelo antes de la siembra que hace uso de arados, maquinaria y tecnología para cortar e invertir algunos centímetros del perfil del suelo (Rojas et al. 2002).

La labranza de conservación es un sistema que reduce las pérdidas de suelo y agua, y a menudo corresponde a una forma de labranza de no-inversión al suelo que mantiene una cantidad adecuada de residuos sobre la superficie. Bajo el concepto de labranza de conservación se tiene a la labranza reducida o mínima y la no labranza o cero labranzas; porque en condiciones de secano mejoran la conservación de los recursos con el mantenimiento de los residuos de la cosecha anterior en la superficie del suelo durante el ciclo del cultivo (Martínez 1997).

La labranza convencional utiliza implementos que se acoplan al tractor, en una secuencia lógica, para la preparación del suelo, además deja pocos o ningún tipo de residuos en la superficie del suelo lo que significa que la siembra se realiza en un terreno sin obstáculos. Las labores que comúnmente se realizan son labranza primaria (arado) y labranza secundaria (rastra) (Alvarado et al. 2017).

En consideración de la importancia de los cultivos de cobertura y disminuir el efecto negativo que puede traer la labranza del suelo, esta investigación se planteó como objetivos: evaluar el efecto del sistema de labranza en rotación con cultivo de cobertura sobre la incidencia de las malezas en el cultivo; determinar el efecto del sistema de labranza y del cultivo de cobertura sobre las propiedades físicas - químicas del suelo; y, evaluar el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz.

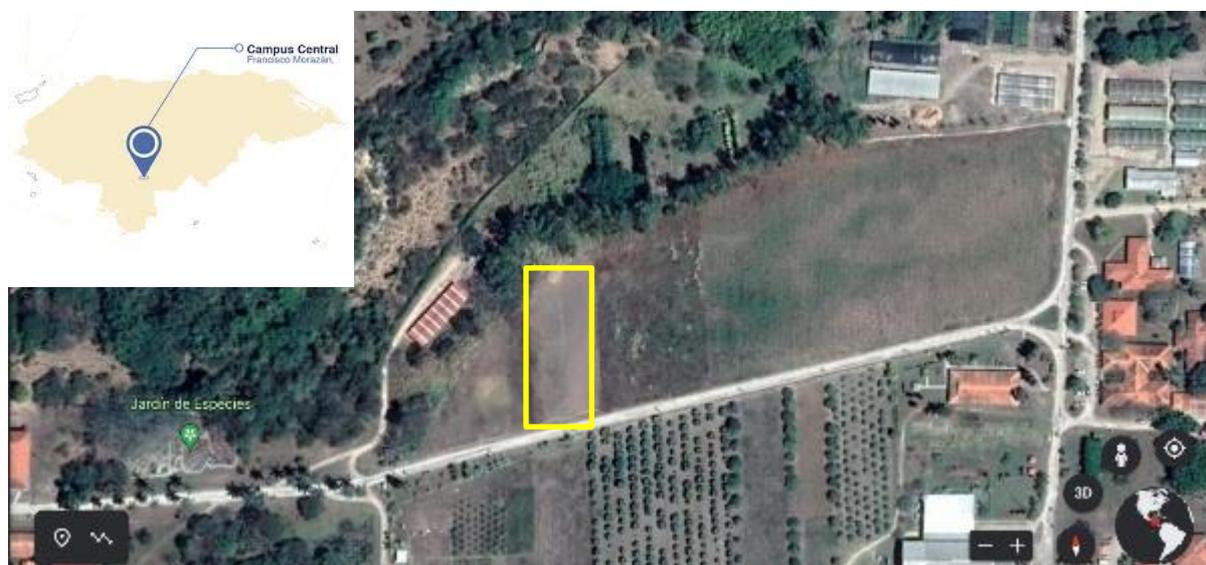
Materiales y Métodos

Ubicación

El estudio se realizó del 22 de octubre de 2021 al 20 de mayo 2022, en el Lote Parcelas, de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, localizada en el Valle del Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, a 30 km de Tegucigalpa, Honduras. Situada en latitud Norte $14^{\circ}00'41.6''$ y longitud Oeste $87^{\circ}00'10.4''$ a 800 msnm, con una precipitación durante el período del experimento de 269 mm distribuidos en dos temporadas: del 22 de octubre al 17 de diciembre de 2021 con 23 mm y del primero de marzo al 20 de mayo de 2022 con 245 mm y una temperatura promedio de 24°C (Figura 1).

Figura 1

*Ubicación del experimento donde se evaluó el efecto de la *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza, sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.*



Nota. Tomado de Google Earth.

Descripción de los Tratamientos

En este estudio se evaluó una especie leguminosa *Crotalaria juncea L.* como cultivo de cobertura en dos sistemas de labranza: Labranza convencional y labranza mínima. Este es el segundo año de investigación, en el cual se pretende identificar los cambios que ha tenido el suelo a través de este tiempo de experimentación, así como el efecto de la supresión en las malezas y el desarrollo y crecimiento del cultivo. Es importante mencionar que cuando se cambia el manejo de un suelo de labranza tradicional a labranza de conservación hay un periodo de transición, en el que se produce un cambio gradual en las propiedades del suelo hacia condiciones agronómicas más favorables. Sin embargo, para llegar a ese nuevo equilibrio se requiere de un período de tiempo largo.

Los tratamientos fueron: labranza convencional con cobertura (LCC), labranza convencional sin cobertura (LCS), labranza mínima con cobertura (LMC) y labranza mínima sin cobertura (LMS), este último tomado como testigo (Cuadro 1). En la labranza convencional se hicieron dos pases de rastra en el 2021 que fue el primer año del experimento y dos pases de rastra en el 2022 que fue el segundo año del experimento. El primer pase de rastra se hizo para incorporar la *Crotalaria* al momento de la floración, el cuál fue a los 56 días después de la siembra (56 DDS) y el segundo pase previo a la siembra del maíz como acondicionamiento del suelo. En la labranza mínima el único pase se hizo previo a la siembra del cultivo de cobertura. La *Crotalaria* se cortó manualmente esto permitió dejarla sobre la superficie del suelo. Se utilizó un implemento de marca Civermasa con discos dentados de 28 pulgadas de diámetro.

Cuadro 1

*Descripción de los tratamientos en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura *Crotalaria juncea* L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.*

Tratamientos	Sistema de labranza	Cultivo de cobertura
LCC	Labranza convencional	Con cobertura de <i>Crotalaria juncea</i>
LCS	Labranza convencional	Sin cobertura de <i>Crotalaria juncea</i>
LMC	Labranza mínima	Con cobertura de <i>Crotalaria juncea</i>
LMS	Labranza mínima	Sin cobertura de <i>Crotalaria juncea</i>

Nota. LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS:

Labranza mínima sin cobertura.

Manejo de los Cultivos

El experimento contó con dos fases: la primera para el establecimiento y desarrollo del cultivo de cobertura *Crotalaria juncea* L. que fue del 22 de octubre al 17 de diciembre del 2021. Las semillas de *Crotalaria* se sembraron el 22 de octubre a doble hilera en camas separadas con una distancia de 1.2 m de centro a centro y a siete cm entre plantas para una densidad de 250,000 plantas/ha. Al momento de la floración, 56 días después de siembra (DDS), la *Crotalaria* se cortó manualmente y se incorporó con pase de rastra según el tratamiento. El cultivo no se fertilizó durante su ciclo.

La segunda etapa del experimento consistió en la siembra del cultivo de maíz variedad Tuxpeño de polinización abierta, fue sembrado el primero de marzo de 2022 bajo un sistema de riego por goteo para suministro de humedad faltante, ya que se sembró durante la época de sequía. Sin embargo, las precipitaciones iniciaron en el mes de abril a los 48 (DDS). La siembra se realizó en hileras con una distancia entre ellas de 0.8 m a siete plantas por metro para obtener una densidad de 87,500 plantas/ha. Un día antes de la siembra se aplicó glifosato (Round Up 35,6 SL) a una dosis de dos L/ha en el tratamiento de labranza mínima con el propósito de eliminar las malezas presentes en ese momento.

Así mismo, se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes para contribuir al desarrollo del cultivo. El día de la siembra se aplicaron 194 kg/ha de fosfato diamónico (DAP) que corresponde a

una dosis de 34 kg de N y 89 kg de P_2O_5 y 40 DDS se aplicaron 128 kg/ha de Urea, que equivale a una dosis de 58 kg de N, que es la fertilización acostumbrada en Honduras por los productores de maíz, para un total de 92 kg/ha de N y 89 de P_2O_5 .

Variables Determinadas

En el suelo

Condición Física y de la Materia Orgánica del Suelo

Se realizaron 12 calicatas para conocer la condición física del suelo y el efecto de los tratamientos. Cada calicata tuvo una dimensión de 0.70 m de ancho x 0.70 m de largo y 0.50 m de profundidad y fue ubicada en el centro de cada unidad experimental para evitar el efecto borde. Se tomó como referencia y variables las características del perfil de suelo que incluye: profundidad de raíces, resistencia a la penetración y color de los horizontes en la profundidad efectiva (Arévalo y Gauggel (2020)). Los datos se recolectaron en los primeros 30 centímetros de profundidad, con mediciones cada 10 centímetros y en cada una se recolectó una muestra para analizarla en el laboratorio.

En el laboratorio

Análisis Químico

Las muestras recolectadas se llevaron al Laboratorio de Suelos y Agua de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Donde se determinó el contenido de materia orgánica a las profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm en cada unidad experimental. También, se mezclaron las muestras de cada tratamiento el cual proporcione pH del suelo, materia orgánica y contenido de macronutrientes.

El contenido de materia orgánica se determinó mediante el método de Walkley-Black (Walkley y Black 1934), los macronutrientes K, Ca, Mg y Na mediante solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica (Greenberg et al. 1992) y el fósforo mediante solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría (Kuo 1996). El pH se midió por

el método del potenciómetro con electrodos de vidrio en la relación peso: volumen 1:1 (AOAC Internacional 1998).

Análisis de Tejido Vegetal

A los 45 días antes que el maíz iniciara su floración, por cada tratamiento se tomaron 10 hojas al azar en las repeticiones del tratamiento. Se seleccionaron las primeras hojas completamente desarrolladas desde la parte superior de la planta (Benton Jones 1991) y se llevaron al laboratorio de suelos para su análisis. Primero se lavaron con agua potable, luego se sumergieron en agua destilada y seguidamente se secaron con papel toalla para empacarlas en bolsas de papel manila. Luego se secaron al horno a 75°C por 24 horas. Posteriormente, se molieron hasta obtener una muestra de 15 gramos para realizar los análisis.

El contenido de K, Ca y Mg se midió mediante el método de digestión húmeda con H₂SO₄ y H₂O₂, determinados por absorción atómica, el fósforo (P) mediante digestión húmeda con H₂SO₄ y H₂O₂ determinado por espectrofotometría (colorimetría) y el nitrógeno (N) por medio de Micro Kjeldahl (Da Silva 2009).

Análisis Físico de los Suelos

Se realizaron análisis de estabilidad estructural y densidad aparente. La estabilidad se realizó mediante el test de Slake con ayuda del kit de estabilidad de los agregados, que enumera según la clase de estabilidad de 0 a 6, donde 0 es un suelo demasiado inestable y 6 un suelo muy estable (USDA 1999). El test consistió en colocar un agregado pequeño de cada muestra en un tamiz y pesarlo en una balanza digital marca Adam PW124 Series. Luego se sumergieron en agua destilada por cinco minutos para realizar la primera clasificación. La escala que va desde cero a tres (menor a mayor estabilidad). Seguidamente los que clasificaron después de categoría tres subieron a la escala de cuatro a seis, que se basaba en sumergir cinco veces la muestra en intervalos de dos segundos. Los agregados que permanecieron en el tamiz se secaron a 60°C en el horno, después de 24 horas cuando ya estaban secos se tomó el peso final, con el que se determinó el porcentaje y se pudo clasificar la estabilidad

según el resultado. Se clasificó cuatro si el 10 – 25 % del suelo permaneció en el tamiz, cinco si el 25 – 75 % del suelo permaneció en el tamiz y seis si el 75 – 100 % del suelo permaneció en el tamiz.

Para determinar la densidad aparente se tomó un volumen conocido de suelo seco de la muestra de suelo disturbada, pero sin moler todavía, se acomodó en una probeta de 50 ml, hasta que ocupara un volumen de 20 ml y luego se pesó en una balanza marca OHAUS CS Series, para determinar la densidad aparente con una relación de peso-volumen (Arévalo y Gauggel 2020).

En el cultivo

Estimación de la Población de Maíz al Establecimiento del Cultivo

Se eligieron dos hileras por repetición por cada unidad experimental, en un recorrido en zigzag en once metros, donde cada planta tuvo una probabilidad igual de ser seleccionada sin tomar en cuenta las hileras de los bordes. Se realizó el conteo de las plantas a los 18 días después de la siembra (DDS) para determinar la densidad poblacional real de cada tratamiento.

Conteo de Malezas

Se realizaron dos conteos, el primero a los 25 días después de la siembra (DDS) y el segundo a los 60 días después de la siembra (DDS) del cultivo del maíz. Se tomaron dos muestras en cada repetición en un recorrido en zigzag, se utilizó un marco de madera de 0.5 m x 0.5 m para un equivalente de 0.25 m². Las malezas se clasificaron por género y especie. Para la identificación se utilizaron las Guías Fotográficas para la Identificación de Malezas (Muñoz et al. 1997).

Altura de Planta

Se eligieron 50 plantas al azar por unidad experimental en un recorrido en zigzag. Se midió la altura con regla de madera graduada con una longitud de tres metros hasta la última hoja verdadera, nombrada hoja verdadera cuando está completamente desplegada (lígula visible) (Ritchie y Hanway 1982). El muestreo se hizo a los 30, 45, y 60 DDS.

Número de Hojas

A los 60 días después de la siembra (DDS), se eligieron 50 plantas al azar por unidad experimental en un recorrido en zigzag contando las hojas de abajo hacia arriba hasta la última hoja verdadera.

Índice de Clorofila

A los 48 DDS, se eligieron tres plantas por unidad experimental en un recorrido en zigzag se tomó una hoja por planta del tercio medio y la medición se hizo en la parte media de la hoja de maíz. Se utilizó un clorofilómetro Minolta SPAD-502 Plus, que determina la cantidad relativa de clorofila presente, mide la absorbancia de la hoja a dos longitudes de onda (400-500 nm y 600-700 nm) que son los picos de absorbancia de la clorofila. El medidor utiliza estas dos absorbancias y calcula un valor numérico SPAD por sus silabas en inglés (Soil Plant Analysis Development) que es proporcional a la cantidad de clorofila presente en la hoja (Konica Minolta 2009).

Área Foliar

A los 48 DDS se eligió una planta por cada unidad experimental en un recorrido en zigzag, se tomó la hoja del tercio medio por planta a la cual se le midió el área foliar (largo y ancho) con un escáner portátil tipo CI-202 Laser Area Meter con 0.01 cm² de resolución dando el valor en cm² (CID Bio-Science 2021).

Rendimiento en Biomasa

Para determinar la biomasa se tomaron las plantas establecidas en dos hileras, un metro y medio en cada una para un total de tres metros por cada muestra. Se pesó el peso fresco de cada muestra con una balanza de colgar tipo gancho marca BBG, que proporcionó el peso de la biomasa fresca expresada en toneladas por hectárea (t/ha).

Diseño Experimental

El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar, DBCA con un arreglo factorial 2 x 2 en parcelas divididas, donde la parcela principal fue el sistema de labranza y las subparcelas el cultivo de cobertura (Figura 2). El experimento se realizó en un área de 1400 m², donde se distribuyeron los cuatros tratamientos con tres repeticiones cada uno, para un total de 12 unidades experimentales de 10.5 m de ancho y 11.1 m de largo, para un área de 116.55 m² cada una, que contaba de 14 hileras de maíz. La evaluación de las variables se realizó en las 10 del centro, y se dejó dos hileras a cada lado por efecto borde.

Figura 2

Distribución de los tratamientos en el campo en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

Tipo de labranza			
	Convencional (LC)	Mínima (LM)	
Con cobertura	Repeticón 1	Repeticón 1	Sin cobertura
	Repeticón 2	Repeticón 2	
	Repeticón 3	Repeticón 3	
Sin cobertura	Repeticón 1	Repeticón 1	Con cobertura
	Repeticón 2	Repeticón 2	
	Repeticón 3	Repeticón 3	

Análisis Estadístico

Las variables se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher con un nivel de significancia de 0.05, mediante el software estadístico InfoStat.

Resultados y Discusión

Condición Física y de la Materia Orgánica del Suelo

En general no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la estabilidad estructural a ninguna profundidad. Además, en el primer horizonte de 0 - 10 cm no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la variable densidad aparente ($P > 0.05$), sin embargo, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos y el factor labranza para la variable resistencia a la penetración, donde la menor resistencia se observó en labranza convencional sin cobertura y labranza convencional con cobertura. La materia orgánica obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos e interacción labranza x cobertura. El tratamiento LMC resultó con el contenido más alto (Cuadro 2). Los datos concuerdan con los obtenidos por Barrios y Durón (2021) quienes reportaron una menor resistencia en labranza convencional versus labranza mínima con diferencias significativas en los primeros 10 cm de profundidad. Esto debido a los suelos labrados que ofrecen una buena aireación y disminuye la resistencia a la penetración y densidad aparente del suelo (Abrougui et al. 2014).

Campos et al. (2015) mencionan que la resistencia a la penetración es un parámetro que proporciona información útil sobre la profundidad de capas compactadas del suelo, ya que los suelos compactados reducen las tasas de crecimiento de las raíces de los cultivos y así limitan la disponibilidad de agua y nutrientes a la planta.

En el segundo horizonte de 10 – 20 cm tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la estabilidad estructural ($P > 0.05$), en cambio se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos y el efecto de la labranza para la variable densidad aparente, donde la densidad aparente fue menor en la labranza convencional comparado con labranza mínima y el tratamiento con menor densidad aparente fue labranza convencional con cobertura. La materia orgánica fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos e interacción labranza x cobertura, donde los tratamientos que presentaron mayor contenido de materia orgánica

fueron LCS Y LMC (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Navarro et al. (2000) quienes calcularon el porcentaje de humedad y densidad aparente en dos tipos de labranza (convencional y conservacionista) antes y después del laboreo, encontró diferencias significativas donde la labranza convencional obtuvo un valor de 0.92 g/cm^3 versus 1.12 g/cm^3 en labranza de conservación.

Según Salamanca y Khalajabadi (2005) cuando la densidad aparente del suelo aumenta, se incrementa la compactación y se afecta las condiciones de retención de humedad, limita a su vez el crecimiento de las raíces. La densidad aparente es afectada por las partículas sólidas y por el espacio poroso, el cual su vez está determinado principalmente por la materia orgánica del suelo, a medida que aumenta la materia orgánica y el espacio poroso disminuye la densidad aparente y viceversa.

En el tercer horizonte de 20 – 30 cm de profundidad se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para la densidad aparente entre los tratamientos y el efecto de la labranza donde la menor densidad aparente se reflejó en la labranza mínima versus labranza convencional (Cuadro 2). Con respecto a la materia orgánica se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos e interacción labranza x cobertura, pero el tipo de labranza y la cobertura por si solos no tuvieron efecto significativo. Los tratamientos LCS y LMC fueron los que más contenido de materia orgánica presentaron al igual que en el horizonte intermedio (10 – 20 cm). También hay una tendencia de mayor contenido de materia orgánica donde hubo cobertura en los primeros 20 cm a pesar de no ser significativos.

Estos resultados coinciden por los obtenidos Barrios y Durón (2021) en el mismo terreno en el primer ciclo de cultivo a las profundidades de 10 – 20 cm y 20 – 30 cm ya que hubo diferencias significativas entre la interacción de los factores cobertura y labranza. Datos similares también obtuvo Espinoza (2010), quien evaluó el contenido de materia orgánica en tres sistemas de labranza (cero, mínima, convencional), estos, no presentaron diferencias significativas en profundidades desde 0 – 40 cm de profundidad.

Según, Julca et al. (2006) la materia orgánica, tiene muchos efectos positivos en el suelo, lo ideal es que posean entre 2 – 5 % para que se vean favorecidas las propiedades químicas y físicas del suelo. Esta está conformada por dos fracciones: a lábil: que es la que se encuentra en transición y, por otro lado, la estable: que es la que ya ha sido transformada.

Cuadro 2

Efecto de los sistemas de labranza y cobertura sobre la estabilidad estructural, densidad aparente, resistencia a penetración y materia orgánica del suelo

para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote

Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	0-10 cm				10-20 cm				20-30 cm			
	E. E	DA	RP	M.O	E. E	DA	RP	M.O	E. E	DA	RP	M.O
LCC	5.33	0.97	1.57 b	1.87 b	4.33	0.85 b	2.33	1.13 b	4.67	0.94 ab	1.90	0.77 b
LCS	4.33	0.94	1.17 b	2.47ab	5.67	0.87 ab	3.10	3.20 a	4.33	0.96 a	1.83	2.10 a
LMC	5.66	0.91	2.40 ab	2.97 a	5.33	0.90 ab	3.00	2.50 a	5.00	0.87 c	1.90	2.10 a
LMS	5.00	0.92	3.17 a	2.17 b	5.00	0.94 a	3.83	1.37 b	4.33	0.90 bc	3.00	0.93 b
Valor P	0.20 ns	0.19 ns	0.05 *	0.03 *	0.53 ns	0.04 *	0.33 ns	0.005 **	0.89 ns	0.008 **	0.31 ns	0.0008 **
Labranza												
Convencional	4.83	0.96	1.37 b	2.17	5.00	0.86 b	3.47	2.17	4.50	0.95 a	2.42	1.43
Mínima	5.33	0.92	2.78 a	2.57	5.17	0.92 a	2.67	1.93	4.67	0.89 b	1.90	1.52
Valor P	0.25 ns	0.07 ns	0.01 **	0.09 ns	0.80 ns	0.03 *	0.17 ns	0.48 ns	0.81 ns	0.001**	0.31 ns	0.64 ns
Cobertura												
Con	5.50	0.94	1.98	2.43	4.83	0.91	3.42	2.28	4.83	0.91	2.45	1.43
Sin	4.66	0.93	2.17	2.17	5.33	0.88	2.72	1.82	4.33	0.93	1.87	1.52
Valor P	0.07 ns	0.42 ns	0.70 ns	0.65 ns	0.46 ns	0.28 ns	0.22 ns	0.17 ns	0.49 ns	0.14 ns	0.25 ns	0.64 ns
Labranza x Cobertura												
Valor P	0.69 ns	0.33 ns	0.24 ns	0.01 **	0.23 ns	0.67 ns	0.95 ns	0.001 **	0.81 ns	0.82 ns	0.25 ns	0.0001 **
CV	13.91	3.64	38.55	15.57	21.99	4.61	30.05	26.79	26.72	2.72	38,37	20.53

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Variables: E.E: Estabilidad estructural (escala de 1 a 6), DA: Densidad Aparente (g/cm³), RP: Resistencia a la penetración (kg/cm²), M.O: Materia Orgánica (%). Medias con letra diferente indican diferencia significativa para valor (P≤0.05), según prueba DMS Fisher. ns no significativo (P>0.05), *Significativo (P≤0.05), ** Muy significativo (P 0.01 a 0.0001).

Análisis Químico de Suelo

El nitrógeno en todos los tratamientos está por debajo del rango de suficiencia de 0.2 – 0.5 g/100 g, el valor más alto está en el sistema de labranza convencional sin cobertura. A pesar de la fertilización, el nitrógeno se mostró bajo esto debido a que la aplicación no se hizo en base a un análisis de suelos para poder suplir los requerimientos totales del cultivo, por ende, hubo un nivel bajo de fertilización. Con respecto al fósforo se observa que hay una variación ya que el sistema de labranza convencional sin cobertura se encuentra dentro del rango 13 – 30 mg/kg, sin embargo, en la labranza mínima sin cobertura y labranza convencional con cobertura están por debajo de límite y el sistema de labranza mínima con cobertura muy por encima del rango (161 mg/kg).

El potasio y calcio en todos los tratamientos están por encima del rango respectivamente 3 - 5 % para potasio y 50 – 75 % para calcio. El magnesio se encuentra bajo o en el límite del rango de saturación de este elemento (15 – 20 %) en los cuatro tratamientos y el Na se encuentra normal ya que no fue detectado por lo que su valor es 0 que se encuentra en el rango PSI (Porcentaje de sodio intercambiable) <15 % (Cuadro 3). El alto contenido de potasio posiblemente se debe a la cantidad de arcillas presentes en el suelo donde se llevó a cabo el experimento, ya que según Aguado et al. (2002) las arcillas son los principales parámetros que definen el contenido de potasio, en general los suelos con dominancia de arcillas de tipo 2:1 como illita y vermiculita. Para el calcio la meteorización de los minerales ricos en calcio se ve influenciada por los hidrogeniones, que liberan el calcio de la estructura de los minerales, causando la liberación de estos, en consecuencia, crea suelos con alto contenido de calcio (Ruíz 1997).

En el pH los tratamientos LCS y LMS se encuentran en el rango del pH neutro, por el otro lado en los tratamientos LCC y LMC esta ligeramente ácidos ya que están por debajo de 6 (Cuadro 3).

Cuadro 3

Nutrientes disponibles en el suelo a los 30 después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y dos sistemas de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	N		P		% saturación de Bases				pH				
	g/100 g		mg/kg		K	Ca	Mg	Na					
LCC	0.04	B	6	B	8	A	77	A	15	N	ND	N	5.93
LCS	0.14	B	29	N	9	A	79	A	12	B	ND	N	6.16
LMC	0.13	B	161	A	9	A	79	A	12	B	ND	N	5.59
LMS	0.07	B	7	B	8	A	79	A	13	B	ND	N	6.04
Rango	0.2 - 0.5		13- 30		3 - 5	50 - 75	15 - 20		<15				6 - 7

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con

cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Rangos: A: Alto, N: Normal, B: Bajo. ND: No detectado.

Análisis Químico de Tejido Vegetal

Referente al análisis de tejido foliar los valores de nitrógeno, se encuentran por debajo del rango de suficiencia 3.0 – 3.5 %, el fósforo los tratamientos con labranza convencional están por debajo del rango 0.25 – 0.45 % en cambio los de labranza mínima están dentro del rango normal, para el magnesio todos los tratamientos se encuentran dentro del rango óptimo 0.13 – 0.30 %. El potasio todos los tratamientos se encuentran en el rango normal 2.0 – 2.5 %, excepto el de labranza convencional sin cobertura (LCS) que tiene 1.68 %, finalmente para el calcio los tratamientos con cobertura independientemente de la labranza se encuentran en el rango óptimo 0.25 – 0.5 % y los tratamientos sin cobertura están por debajo del rango (Cuadro 4). Estos rangos de suficiencia son según Benton Jones (1991).

Osorio (2012) menciona que el análisis foliar es una herramienta que permite hacer monitoreos de la planta y determinar la concentración de nutrientes en hojas o porciones de estas y así diagnosticar el estado nutricional.

Cuadro 4

Nutrientes absorbidos a los 45 días después de la siembra en el tejido foliar para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y dos sistemas de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	N		P		K		Ca		Mg	
	g/100 g									
LCC	2.03	B	0.23	B	2.36	N	0.28	N	0.18	N
LCS	2.06	B	0.24	B	1.68	B	0.24	B	0.15	N
LMC	2.47	B	0.28	N	2.34	N	0.28	N	0.16	N
LMS	2.32	B	0.27	N	2.20	N	0.24	B	0.16	N
Rangos de suficiencia	3.0 – 3.5 %		0.25 – 0.45 %		2.0 – 2.5 %		0.25 – 0.5 %		0.13 – 0.30 %	

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Rangos: A: Alto, N: Normal, B: Bajo.

Cuadro 5

Matriz de biodisponibilidad de los nutrientes en el suelo y tejido vegetal para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

TRT	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio	
	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar
LCC	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Normal	Alto	Normal	Bajo	Normal
LCS	Bajo	Bajo	Normal	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Normal
LMC	Bajo	Bajo	Alto	Normal	Alto	Normal	Alto	Normal	Bajo	Normal
LMS	Bajo	Bajo	Bajo	Normal	Alto	Normal	Alto	Bajo	Bajo	Normal

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura.

Cuando se asoció los nutrientes disponibles en el suelo con respecto a los absorbidos por el cultivo (Cuadro 5) se notó que en el nitrógeno hubo baja disponibilidad por lo que el cultivo se vio limitado a la absorción de este, se aplicó fertilización, pero no fue la suficiente, debido a eso el cultivo no logró suplir sus requerimientos y no llegó al rango de suficiencia. El fósforo en el suelo fue muy variable desde bajo hasta alto, sin embargo, los tratamientos de labranza mínima alcanzaron un nivel de suficiencia. El potasio y el calcio se encontró que en el suelo estaban por encima del rango, por lo que el cultivo obtuvo una absorción suficiente por la planta en la mayoría de los tratamientos y los que no posiblemente a que su disponibilidad está limitada. Para el caso del magnesio estaba por debajo del rango óptimo a pesar de ello pudo obtener sus requerimientos.

Densidad de Plantas y Profundidad de Raíces

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable densidad de plantas al establecimiento del cultivo y el factor de labranza ($P \leq 0.05$), la labranza convencional versus labranza mínima, resultó con un mayor número de plantas/ha (Cuadro 6).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por López Cintrón (2004) quien evaluó las características del suelo en el cultivo de maíz bajo labranza cero y convencional en suelos típicos del

valle de Quimistán, Honduras y encontró diferencias significativas en la germinación de plantas/ha en maíz donde fue mayor en labranza convencional versus labranza cero. Dicho efecto es debido a que cuando se prepara el suelo se invierte y hay una mejor aireación en consecuencia, mejora la infiltración y penetración de agua, además, se proporciona una cama adecuada a la semilla que son necesarias para una buena germinación (López Alcocer 1987). Es importante mencionar que hubo pérdidas al establecimiento del cultivo ya que la siembra inicialmente se hizo a 87,500 plantas/ha y cuando se tomaron los resultados en campo se encontraban entre 54,541 plantas/ha en labranza convencional y 35,583 plantas/ha en labranza mínima, estas pérdidas posiblemente se atribuyen a que la siembra se hizo en época seca el cual tuvo un gran efecto a la hora de la germinación. Además, de las irregularidades en el riego por goteo que se mostraron durante el experimento que causó una falta de humedad en el suelo necesaria para el crecimiento. También se puede relacionar con la resistencia a la penetración que se vio mayor en labranza mínima versus labranza convencional en los primeros centímetros de profundidad, según los resultados obtenidos en el cuadro 2.

La densidad de población es considerada como el factor más importante para obtener mayores rendimientos en los cultivos. En el maíz ejerce una alta influencia sobre el rendimiento de grano, pues el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de ese punto (La Cruz et al. 2009)

Con respecto a la variable profundidad de raíces, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos y el factor labranza donde hubo una mayor profundidad de raíces en los tratamientos con labranza convencional, los tratamientos con menores profundidades de raíces fueron los de labranza mínima con y sin cobertura (Cuadro 6). Esto se refleja en una de las características físicas del suelo como la resistencia a la penetración que fue mayor en labranza mínima en los primeros centímetros de profundidad (Cuadro 2). Esto en consecuencia disminuye el número y

tamaño de poros, al ocurrir esto, también se restringe el desarrollo radicular ya que no pueden crecer libremente.

Debido a que este sistema está en una fase de transición, Ureste y Campos (1995) mencionan que a corto y mediano plazo la labranza de conservación (cero, mínima) en particular puede tener un efecto negativo en algunas propiedades y características físico-químicas del suelo, afectando por lo tanto el desarrollo del maíz.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por García (2015) en el cual labranza convencional señaló mayor longitud de raíces de un cultivo en comparación a labranza mínima, labranza cero y labranza alternativa. Barrios y Durón (2021) también reportaron en maíz profundidades mayores en sistemas de labranza convencional, comparado con labranza cero. Se demuestra entonces lo dicho por Caicedo (2004), que una de las ventajas del laboreo del suelo es que remueve el suelo y lo mezcla, permite que las raíces de la planta puedan explorar el mayor volumen de suelo. Además, que ayuda a la penetración de las semillas en el suelo para que puedan facilitar su desarrollo.

Cuadro 6

*Efecto del sistema de labranza y cobertura sobre el número de plantas germinadas al establecimiento de cultivo y profundidad de raíces para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo del maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.*

Tratamiento	Densidad de plantas (No. plantas/ha)	Profundidad de raíces (cm)
LCC	51,541 ab	43.0 ab
LCS	54,541 a	48.0 a
LMC	43,041 bc	34.3 b
LMS	35,583 c	34.6 b
Valor P	0.005 **	0.04 *
Labranza		
Convencional	53,041 a	45.5 a
Mínima	39,312 b	34.5 b
Valor P	0.001 **	0.01 **
Cobertura		
Con	47,291	38.6
Sin	45,062	41.3
Valor P	0.44 ns	0.44 ns
Labranza x Cobertura		
Valor P	0.09 ns	0.4 ns
CV	10.41	14.29

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Medias con letra diferente indican diferencia significativa para valor ($P \leq 0.05$), según prueba DMS Fisher. ns no significativo ($P > 0.05$), *Significativo ($P \leq 0.05$), ** Muy significativo ($P 0.01$ a 0.0001).

Efecto del Sistema de Labranza y Cultivo de Cobertura en la Población de Malezas

En el primer muestreo realizado a los 25 DDS se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa colona* donde se encontró una menor población en los tratamientos de labranza mínima (Cuadro 7). Para *Sclerocarpus phylocephalus* también se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la interacción labranza x cobertura, el tratamiento LMC fue el que presentó menor población de malezas.

En el segundo muestreo, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para *Nicandra physalodes* entre los tratamientos y el factor labranza donde hubo una menor población de este género en labranza mínima versus labranza convencional, el tratamiento (LMC) presentó el menor número poblacional de esta maleza (Cuadro 7). En *Sclerocarpus phylocephalus* también se observó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos y la interacción labranza x cobertura, el tratamiento (LMC) igualmente resultó con la menor población. Estas malezas son anuales lo que significa que utilizan sus semillas para propagarse.

Monroy Guerra (1991) menciona que el tipo de labranza influye de manera diferente en la población de malezas. Generalmente hay una mayor población de malezas anuales en labranza convencional debido al movimiento del suelo, esto no sucede en la labranza de conservación pues al no existir un movimiento del suelo inhibe la germinación de muchas semillas y no rompe las estructuras vegetativas de aquellas que se reproducen por este medio.

Estos resultados son similares a los reportados por Ligna Sangucho (2014) quien de acuerdo a sus resultados, cuando utilizó *Crotalaria* como cobertura en el control de malezas observó el mayor control de malezas gramíneas y de hoja ancha. Es importante mencionar que este estudio se llevó a cabo en asocio donde se sembró maíz y *Crotalaria* simultáneamente.

Cuadro 7

*Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 25 días después de la siembra para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.*

Tratamiento	Primer muestreo (Plantas/1 m ²)				
	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>
LCC	14	15	20 a	25 a	16 b
LCS	16	17	16 ab	26 a	22 a
LMC	16	18	13 b	13 b	18 ab
LMS	20	17	13 b	14 b	15 b
Valor P	0.39 ns	0.61 ns	0.009 **	0.0005 **	0.04 *
Labranza					
Convencional	15	16	18 a	26 a	19
Mínima	18	17	13 b	14 b	16
Valor P	0.22 ns	0.37 ns	0.002 **	0.0001 **	0.08 ns
Cobertura					
Con	14	16	16	18	16
Sin	17	16	14	20	18
Valor P	0.24 ns	0.57 ns	0.16 ns	0.33 ns	0.28 ns
Labranza x Cobertura					
Valor P	0.78 ns	0.42 ns	0.12 ns	0.96 ns	0.02 *
CV	24.24	16.66	14.4	14.05	14.95

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Medias con letra diferente indican diferencia significativa para valor ($P \leq 0.05$), según prueba DMS Fisher. ns no significativo ($P > 0.05$), *Significativo ($P \leq 0.05$), ** Muy significativo ($P 0.01$ a 0.0001).

Cuadro 8

*Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 60 días después de la siembra para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.*

Tratamiento	Segundo muestreo (Plantas/1 m ²)				
	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Nicandra physalodes</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>
LCC	13	15	16 ab	15	18 ab
LCS	15	16	18 a	12	25 a
LMC	19	17	13 b	20	4 b
LMS	20	16	14 ab	15	22 ab
Valor P	0.23 ns	0.62 ns	0.04 *	0.16 ns	0.02 *
Labranza					
Convencional	14	16	17 a	14	20
Mínima	19	16	14 b	17	21
Valor P	0.059 ns	0.77 ns	0.01 **	0.1 ns	0.69 ns
Cobertura					
Con	16	16	15	17	21
Sin	17	16	16	14	20
Valor P	0.57 ns	0.62 ns	0.44 ns	0.12 ns	0.48 ns
Labranza x Cobertura					
Valor P	0.73 ns	0.25 ns	0.86 ns	0.54 ns	0.02 *
CV	23.83	15.1	13.04	22.71	19.44

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Medias con letra diferente indican diferencia significativa para valor ($P \leq 0.05$), según prueba DMS Fisher. ns no significativo ($P > 0.05$), *Significativo ($P \leq 0.05$), ** Muy significativo ($P 0.01$ a 0.0001).

Altura del Cultivo

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para la variable altura, entre los tratamientos y el factor labranza a la edad de 30 días después de la siembra (Cuadro 9), donde resultó las mayores alturas en los tratamientos con labranza convencional. Para los días 45 y 60 DDS no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en ninguno de los tratamientos. En cuanto al efecto de la incorporación de cobertura, se puede observar que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$).

Estos datos concuerdan con los obtenidos por Ávila (2019) quien evaluó el efecto de la labranza convencional y siembra de maíz y frijol, en donde la altura presentó diferencias significativas durante el 35 DDS, donde hubo mayor altura en la labranza convencional. Por otro lado, Burgos (2016) no encontró diferencias significativas a los 30 DDS en tres sistemas de labranzas, sin embargo el sistema de labranza convencional obtuvo la mayor altura de plantas, similar a los resultados de este estudio.

Esto debido a la posible presencia de capas endurecidas, ya que según Valinosca (2004) es una de las principales causas que ocasionan un desarrollo radicular deficiente, la labranza convencional proporciona un ambiente favorable para el desarrollo radicular, por otro lado, en la labranza mínima, no hay inversión del suelo, por lo tanto hay una limitante para el desarrollo completo de las raíces, esto limita también la absorción nutrimental y por tanto el crecimiento del cultivo.

Por otro lado, Ureste y Campos (1995) mencionan que en la labranza mínima se conserva más tiempo el agua en el suelo y el contenido de materia orgánica y los cultivos son más eficientes en su uso comparado con el sistema de labranza convencional, es posible que debido a esto a los 45 y 60 DDS no se encontraron diferencias significativas con respecto a la altura de la planta. Según Córdova (2005) es de suma importancia medir la altura de la planta, ya que es un indicador que determina el desarrollo foliar y el tamaño final que tendrá la planta.

Cuadro 9

Diferencias en altura del cultivo de maíz en función de los tratamientos para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Altura (cm)		
	30 DDS	45 DDS	60 DDS
LCC	23.9 A	54.3	214.1
LCS	26.1 A	54.2	214.8
LMC	20.6 B	46.8	217.1
LMS	20.9 B	50.6	221.4
Valor P	0.004 **	0.18 ns	0.61 ns
Labranza			
Convencional	24.9 A	54.2	214.4
Mínima	20.7 B	48.7	219.2
Valor P	0.0009 **	0.055 ns	0.28 ns
Cobertura			
Con	22.2	50.6	215.6
Sin	23.5	52.0	218.1
Valor P	0.16 ns	0.48 ns	0.56 ns
Labranza x Cobertura			
Valor P	0.28 ns	0.45 ns	0.67 ns
CV	6.18	8.30	3.34

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Medias con letra diferente indican diferencia significativa para valor ($P \leq 0.05$), según prueba DMS Fisher. ns no significativo ($P > 0.05$), *Significativo ($P \leq 0.05$), ** Muy significativo ($P 0.01$ a 0.0001).

Índice de Área Foliar y Clorofila

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos y el efecto de la cobertura con respecto a la variable del índice de área foliar (Cuadro 10), para el tratamiento de labranza convencional con cobertura se observó el mayor índice de área foliar con respecto a los demás tratamientos, los tratamientos restantes fueron iguales estadísticamente. El factor con cobertura presentó una mayor tendencia con respecto a los tratamientos sin cobertura y arrojó diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

Esto certifica los beneficios y aportes sobre los cultivos de cobertura y se afirma entonces lo mencionado por Klein (2013), que los cultivos de cobertura funcionan como puente de nitrógeno, captando el nitrógeno durante el período de barbecho previo a la siembra de un cultivo, reduce posibles pérdidas y mejora el aprovechamiento del nutriente.

Estos datos no concuerdan con el estudio de Castellanos et al. (2017) quienes midieron índices de verdor relacionadas con el área foliar y productividad en híbridos de maíz, en sus resultados no mostraron diferencias significativas en el índice de área foliar bajo dos fórmulas de fertilizante.

A su vez, Acosta E et al. (2008) aseguran que el índice de área foliar permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y puede ayudar a entender la relación entre la biomasa acumulada, rendimiento bajo diferentes condiciones ambientales y podría ser una herramienta útil para el desarrollo de modelos precisos de predicción de cosecha. Barberousse y Sanguinetti (2020) no encontraron diferencias significativas en el índice de área foliar en cuanto a coberturas, quienes evaluaron el efecto de los cultivos de cobertura y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del maíz.

Referente al índice de clorofila, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, se refleja que en los tratamientos donde se incorporó el cultivo de cobertura resultaron con los valores más altos a pesar de no ser significativos estadísticamente, esto refleja que hubo un mayor verdor a causa del nitrógeno que fijan los cultivos de cobertura en el suelo. Este experimento es un sistema que se encuentra en transición donde la labranza mínima aún conserva las características del año anterior y que no se han visto transformadas, lo que significa que con el pasar de los años posiblemente podrán verse mejoradas ya que habrá una conservación de la materia orgánica, humedad y en consecuencia mejoramiento del suelo.

Resultados similares obtuvieron Rincón y Ligarreto (2010), quienes estudiaron la relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila en maíz, asociado con pastos. Somarriba (1998) menciona que el nitrógeno es necesario para la síntesis de clorofila y como parte de la molécula de

clorofila tiene un papel en el proceso de fotosíntesis y que un suministro adecuado de nitrógeno produce hojas de color verde oscuro, con motivo de una alta concentración de clorofila.

Cuadro 10

Efecto del sistema de labranza y cobertura sobre el índice de área foliar e índice de clorofila para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo del maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Área foliar (cm ²)	Índice de clorofila (SPAD)
LCC	434.3 a	41.9
LCS	299.5 b	37.0
LMC	346.9 b	43.0
LMS	286.1 b	41.8
Valor P	0.01 **	0.25 ns
Labranza		
Convencional	366.8	39.4
Mínima	316.5	42.4
Valor P	0.8 ns	0.19 ns
Cobertura		
Con	390.5 a	42.4
Sin	292.7 b	39.3
Valor P	0.05 *	0.18 ns
Labranza x Cobertura		
Valor P	0.19 ns	0.40 ns
CV	13.21	8.90

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Medias con letra diferente indican diferencia significativa para valor ($P \leq 0.05$), según prueba DMS Fisher. ns no significativo ($P > 0.05$), *Significativo ($P \leq 0.05$), ** Muy significativo ($P 0.01$ a 0.0001).

Número de Hojas y Biomasa

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el factor labranza en el número de hojas ($P \leq 0.05$), resultó un mayor número de hojas los tratamientos con labranza mínima (Cuadro 11). Vale la pena mencionar que el cultivo de maíz es el que mejor se presta para el método

de preparación de labranza mínima y la variación en el número de hojas se encuentra relacionada con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como la luz y la humedad (Somarriba 1998).

Estos resultados no concuerdan a los reportados por Lazo y Martínez (1994) donde el efecto de las labranzas sobre los recuentos de número de hojas/planta no mostro significancia, a pesar de ello la labranza mínima obtuvo un mayor número 7.7 hojas/planta versus 7.1 hojas/planta en labranza convencional.

En la variable rendimiento de biomasa no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos, factores de labranza, cobertura e interacción. Aunque, se observa una tendencia de valores mayores en sistemas de labranza convencional independientemente de la incorporación de cobertura o no (Cuadro 10).

La diferencia de rendimientos en el tiempo está relacionado a la cantidad de nitrógeno que le suministran los residuos de los cultivos de cobertura y va a depender de la inmovilización y mineralización durante la descomposición de los residuos (Shah S et al. 2017). Además, Peña et al. (2002) mencionan que el rendimiento de un cultivo es el resultante de un sistema que cosecha la energía del sol en forma de alimentos y es la acumulación de sustancias elaboradas por la planta en los órganos vegetales. Yanes y Banegas (2021) quienes evaluaron dos sistemas de labranza mínima y convencional en la producción de maíz para ensilaje, en sus resultados, reportaron igualmente que no hubo diferencias significativas en el peso por planta.

Cuadro 11

*Efecto del sistema de labranza y cobertura sobre el número de hojas y rendimiento en biomasa para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo del maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.*

Tratamiento	Número de hojas/planta	Biomasa (t/ha)
LCC	13.8 b	66.6
LCS	14.0 ab	69.0
LMC	14.2 ab	60.7
LMS	14.4 a	62.3
Valor P	0.02 *	0.35 ns
Labranza		
Convencional	13.88 b	67.79
Mínima	14.30 a	61.50
Valor P	0.02 *	0.10 ns
Cobertura		
Con	13.99	63.65
Sin	14.19	65.65
Valor P	0.21 ns	0.57 ns
Labranza x Cobertura		
Valor P	0.93 ns	0.92 ns
CV	1.83	9.12

Nota. Tratamientos: LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura, LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura. Medias con letra diferente indican diferencia significativa para valor ($P \leq 0.05$), según prueba DMS Fisher. ns no significativo ($P > 0.05$), *Significativo ($P \leq 0.05$), ** Muy significativo ($P 0.01$ a 0.0001).

Conclusiones

Después de dos años bajo el sistema de labranza mínima con cobertura hubo un efecto de supresión sobre las malezas más dominantes *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa colona* a los 25 DDS y a los 60 DDS mayor supresión de las malezas *Nicandra physalodes* y *Sclerocarpus phyllocephalus*.

La labranza mínima debe ir acompañada con cultivo de cobertura para lograr aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, por sí sola no lo logra. La labranza convencional refleja una disminución de la densidad aparente respecto a la labranza mínima por debajo de los 10 a 20 cm, mientras que la resistencia a la penetración es menor en la superficie de la labranza convencional.

El desarrollo y crecimiento del maíz es similar bajo sistemas de labranza convencional y conservación. Los tratamientos donde existió cultivo de cobertura hubo una mejor absorción de nutrientes.

Recomendaciones

Utilizar Crotalaria como cultivo de cobertura e implementar la labranza mínima, ya que los resultados reflejan la supresión de malezas anuales y una tendencia al mejoramiento de las características del suelo principalmente el aumento de la materia orgánica.

Continuar el experimento durante los siguientes años para obtener una mejor visión sobre el impacto de incorporar residuos orgánicos y no laboreo del suelo en un período mayor de tiempo.

Evaluar los cultivos de cobertura en terrenos con pendiente para determinar si hay una reducción de la erosión por escorrentía en la temporada de lluvia.

Referencias

- Abrougui K, Chehaibi S, Boukhalfa H, Chenini I, Douh B, Nemri M. 2014. Soil Bulk Density and Potato Tuber Yield as Influenced by Tillage Systems and Working Depths. *Greener Journal of Agricultural Sciences*; [consultado el 14 de jun. de 2022]. 4(2):46–51.
- Acosta E, Acosta J, Amador M, Padilla J. 2008. Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Agricultura Técnica en México*; [consultado el 2 de jun. de 2022]. 34(1):13–20. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60834102>.
- Aguado G, Etchevers J, Hidalgo C, Galvis A, Aguirre A. 2002. Dinámica del potasio en suelos agrícolas; [consultado el 15 de jun. de 2022]. 36(1):11–21. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30236102.pdf>.
- Alvarado A, Rojas L, Mora A. 2017. Métodos de labranza conservacionista y maquinaria para la conservación de suelos en el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. Tegucigalpa, Honduras: Universidad Nacional de Ciencias Forestales. https://fondohondurasespana.bcie.org/fileadmin/fhe/espanol/archivos/publicaciones/Educacion_Superior/1_Metodos_Labranza_Conservacionista_Maquinaria_Dendroenergys.pdf.
- AOAC Internacional. 1998. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 21ª ed. Rockville, Maryland: [sin editorial]. 700 p. 1998. ISBN: 0-935584-89-7; [actualizado 1998; consultado el 15 de jun. de 2022].
- Arévalo G, Gauggel C. 2020. *Manual de laboratorio de Ciencia de Suelos y Agua*. 5ª ed. Tegucigalpa: LITOCOM.
- Ávila O. 2019. Efecto de la labranza convencional y siembra directa en las propiedades químicas de un suelo sembrado con maíz y fréjol [Tesis]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. 101 p; [consultado el 5 de jun. de 2022]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17977/1/T-UCE-0004-CAG-078.pdf>.
- Barberousse J, Sanguinetti I. jun. 2020. Efecto de los cultivos cobertura y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del maíz [Tesis]. Montevideo: Universidad de la Republica; [consultado el 2 de jun. de 2022]. www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29126/1/BarberousseAguirreJoaqu%c3%adn.pdf.
- Barrios E, Durón L. 2021. Efecto de la *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz (Zea mays) [Tesis]. Valle del Yeguaré: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7036/1/CPA-2021-T017.pdf>.
- Benton Jones J. 1991. *Plant Analysis*. En: Mortvedt JJ, editor. *Micronutrients in agriculture*. 2ª ed. Madison, Wis., USA, Hoboken, NJ: Soil Science Society of America, Inc (The Soil Science Society of America book series; no. 4).

- Burgos J. 2016. Determinación de la incidencia de tres sistemas de labranza mecanizada sobre la disponibilidad de agua para el cultivo de maíz (*Zea mays*), en la época seca en la zona de Quevedo. [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 98 p; [consultado el 5 de jun. de 2022]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3257/1/T-UTEQ-0094.pdf>.
- Caicedo S. 2004. Labranza de conservación para la producción de cultivos semestrales en el Piedemonte Llanero. 4ª ed. Villavicencio, Meta: [sin editorial].
- Campos S, López J, Cadena M, Reynolds M, Cuervo N, Ramírez G. 2015. Desarrollo de un penetrómetro integrado con tecnología GPS-RTK para la generación de mapas de resistencia a la penetración del suelo. *Terra Latinoamericana*; [consultado el 9 de jun. de 2022]. 33(2):119–128. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v33n2/2395-8030-tl-33-02-00119.pdf>.
- Capurro J, Dickie M, Ninfi D, Zazzarini A, Tosi E, González M. 2012. Vicia y avena como cultivos de cobertura en maíz. Para mejorar la producción; [consultado el 2 de jun. de 2022]. (47). <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-vicia-y-avena-como-cultivos-cobertura-maz.pdf>.
- Castellanos M, Valdés R, López A, Guridi F. 2017. Mediciones de índices de verdor relacionadas con área foliar y productividad de híbrido de maíz. *Cultivos Tropicales*; [consultado el 2 de jun. de 2022]. 38(3):112–116. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000300016.
- CID Bio-Science. 2021. CI-202 Portable Laser Leaf Area Meter. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 4 p. https://www.ambimet-instrumentacion.cl/wp-content/uploads/2021/04/AMBIMET-CID-BioScience-CI-202_Presentacion.pdf.
- Córdova L. 2005. Efecto de *Azospirillum spp.* nativas en el desarrollo vegetativo de *Zea mays L.* “maíz”, en invernadero [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo. 103 p; [consultado el 5 de jun. de 2022]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3692/TESIS%20MAESTRIA%20LIZBETH%20MARIBEL%20C%3%93RDOVA%20ROJAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Da Silva FC, editor. 2009. Manual de análisis químicos de solos, plantas e fertilizantes. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 627 p. ISBN: 978-85-7383-430-7; [consultado el 17 de may. de 2022].
- Edwards C, Lal R, Madden P, H R, House M, House G, editores. 1990. Sustainable agricultural systems. 1ª ed. Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society. ISBN: 9780935734218.
- Ernst O. 2004. Leguminosas como cultivo de cobertura. Uruguay: Universidad de la Republica; [consultado el 15 de may. de 2022]. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/F29B0AE1F2499880852579990060EBBA/\\$FILE/Leguminosa%20Cultivo%20Cobertura-Ernst.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/F29B0AE1F2499880852579990060EBBA/$FILE/Leguminosa%20Cultivo%20Cobertura-Ernst.pdf).
- Espinoza Y. 2010. Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales. *Bioagro*; [consultado el 9 de jun. de 2022].

22(3):177–184. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000300002.

García R. 2015. Efecto de sistemas de labranza en propiedades físicas del suelo y desarrollo radicular del cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* W). *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO)*; [consultado el 30 de may. de 2022]. 18(35):109–113. <https://1library.co/document/y86n485q-efecto-sistemas-labranza-propiedades-fisicas-desarrollo-radicular-chenopodium.html>.

Greenberg A, Clesceri L, Eaton A. 1992. *Standard methods: for the examination of water and wastewater*. 18ª ed. Washington, D.C: American Public Health Association.

Julca A, Meneses L, Sevillano R, Bello S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *IDESIA*; [consultado el 9 de jun. de 2022]. 24(1):49–61. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009. doi:10.4067/S0718-34292006000100009.

Klein R. 2013. Cultivos de cobertura: Un puente para el nitrógeno. *IAH*; [consultado el 1 de jul. de 2022]. (11):20–26. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3DF1D03C9DAB4F8005257C12005EC407/\\$FILE/Art%204.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3DF1D03C9DAB4F8005257C12005EC407/$FILE/Art%204.pdf).

Konica Minolta. 2009. Medidor de clorofila SPAD-502PLUS. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 4 p. https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/452/SPAD-502Plus_ES.pdf.

Koskinen W, McWhorter C. 1986. *Weed control in conservation tillage*. [sin lugar]: Soil and Water Conservation Society. 41 vol.

Kuo S. 1996. Phosphorus. En: Sparks DL, Page A, Hemlke P, Loeppert R, editores. *Methods of Soil Analysis, Part: 3 Chemical Methods*. Madison, Wi.: Soil Science Society of America. p. 869–919 (Soil Science Society of America book series); [consultado el 14 de jun. de 2022]. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2136/sssabookser5.3.c32>.

La Cruz E de, Córdova H, Estrada MA, Mendoza JD, Gómez A, Brito NP. 2009. Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. *Universidad y ciencia*; [consultado el 31 de may. de 2022]. 25(1):93–98. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100007.

Lazo Y, Martínez J. 1994. Efecto de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays*), Sorgo (*Sorghun bicolor*) y Oca (*Abelmoschus esculentus*) [Tesis]. Managua: Universidad Nacional Agraria. 113 p; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh60I431.pdf>.

Li Y, Wang Q, Klassen W, Hanlon E. 2015. *Crotalaria*. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 9 p. <https://www.tropseeds.com/new/wp-content/uploads/2015/03/Crotalaria-Informacion-basica.pdf>.

- Ligna 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 5 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7c2ec4f1-9dd8-473b-a71f-08817bbc4fcd/content>.
- López A, Vega I. 2004. Cultivos de Cobertura para Sistemas de Cultivos Perennes. 3ª ed. Managua: DIEP-UNA ; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <https://repositorio.una.edu.ni/2408/1/nf08l864.pdf>.
- López Alcocer F. 1987. Evaluación sobre el efecto de dos sistemas de labranza en el cultivo del maíz en la zona del plan montaña de Tlapa, Gro. Zapopan, Jalisco: Universidad de Guadalajara. http://repositorio.cucba.udg.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1253/Lopez_Alcocer_Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- López Cintrón A. dic. 2004. Características del suelo en el cultivo del maíz bajo labranza cero y labranza convencional en suelos típicos del Valle de Quimistán, Honduras. Valle del Yeguaré: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2052/3/CPA-2004-T031.pdf>.
- Martínez E. 1997. Comportamiento de un suelo xerosol haplico ante la acción de los implementos de labranza [Doctoral]. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080071714.PDF>.
- Mendoza MA. 2021. Efectos de la labranza convencional y labranza de conservación en la producción agrícola: Revisión de literatura [Pregrado]. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7109/1/CPA-2021-T072.pdf>.
- Monroy Guerra JA. 1991. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la efectividad de herbicidas Pre-emergentes y la composición de las comunidades de malezas [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 92 p; [consultado el 5 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/902eb7c5-6177-4282-a361-ea28dcb5432e/content>.
- Muñoz R, Pitty A, Barletta HA, editores. 1997. Guía fotográfica para la identificación de malezas: Parte 1. Tercera reimpr. Zamorano: Zamorano Academic Press. 124 p. (Publicación DPV-EAP; no. 516). ISBN: 1-885995-13-X.
- Navarro A, Figueroa B, Chaparro V, González F. 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. *Terra Latinoamericana*; [consultado el 9 de jun. de 2022]. 18(1):61–69. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318107.pdf>.
- Ortega Y, Agüero R. 2005. Efectos de dos sistemas de labranza sobre poblaciones de arroz rojo (Oriza sativa L) en un agroecosistema arrocero inundado. *Agronomía Mesoamericana*; [consultado el 16 de may. de 2022]. 16(1):63–75. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716109>.
- Osorio N. 2012. El análisis foliar: Una poderosa herramienta para diagnosticar el estado nutricional de los cultivos pasturas y plantaciones. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*; [consultado el

- 9 de jun. de 2022]. 1(3). <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Analisis-foliar.pdf>.
- Peña R, Núñez G, González F. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. *Técnica Pecuaria en México*; [consultado el 3 de jun. de 2022]. 40(3):215–228. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/download/1300/1295>.
- Pitty A, editor. 1997. *Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Rascón J. 2015. *Crotalaria juncea L.* como restauradora de la fertilidad de suelos cañeros [Tesis de maestría]. México: Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 37 p; [consultado el 13 de jun. de 2022]. http://colposdigital.colpos.mx/jspui/bitstream/10521/3736/1/Rascon_Rodriguez_JA_MT_Manejo_Sustentable_Cutivo_Cana_Azucar_2015.pdf.
- Rincón A, Ligarreto G. 2010. Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Corpoica*; [consultado el 1 de jun. de 2022]. 11(2):112–128. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945029003.pdf>.
- Ritchie S, Hanway J. 1982. *How a corn plant develops*. Ames, Iowa: Cooperative Extension Service.
- Rojas L, Mora A, Rodríguez H. 2002. Efecto de la labranza mínima y la convencional en arroz (*Oryza sativa L*) en la región Huetar norte de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*; [consultado el 16 de may. de 2022]. 13(2):111–116. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v13n02_111.pdf.
- Ruiz R. 1997. Calcio: disponibilidad en el suelo y su absorción por la planta. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/39160>.
- Salamanca A, Khalajabadi S. 2005. La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetalera colombiana. *Cenicafe*; [consultado el 9 de jun. de 2022]. 56(4):381–397. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%2804%29381-397.pdf>.
- Sanchlol F, Cervantes C. 1997. El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*; [consultado el 16 de may. de 2022]. 21(1):111–120. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_111.pdf.
- Shah S, Hookway S, Pullen H, Pullen T, Fletcher JM. 2017. The role of cover crops in reducing nitrate leaching and increasing soil organic matter. *Aspect of Applied Biology*; [consultado el 2 de jun. de 2022]. (134):243–251. https://www.academia.edu/34383312/The_role_of_cover_crops_in_reducing_nitrate_leaching_and_increasing_soil_organic_matter.
- Somarriba C, editor. 1998. *Granos básicos*. Managua: [sin editorial].

- Sustainable Agriculture Network. 1998. *Managing Cover Crops Profitably*. 2ª ed. Beltsville, MD: [sin editorial]. https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/Delete/2011-5-21/Archived_covercrops_110509.pdf.
- Upadhyaya MK, Blackshaw RE, editores. 2007. *Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology* / edited by Mahesh K. Upadhyaya and Robert E. Blackshaw. Cambridge, MA: CABI. ISBN: 9781845932909.
- Ureste J, Campos S. 1995. Respuesta del cultivo de maíz a la labranza de conservación en cuatro diferentes suelos tropicales. *Agronomía Mesoamericana*; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 6:80–87. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v06n01_080.pdf.
- [USDA] United State Department of Agriculture. 1999. *Soil Quality Test Kit Guide*. Washington, D.C: United States Department of Agriculture ; [consultado el 2 de jun. de 2022]. https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/WI/Soil_Quality_Test_Kit_Guide.pdf.
- Valinosca S. 2004. Efecto de tres coberturas y dos sistemas de labranza sobre maíz y frijol bajo tres niveles de fertilización [Tesis]. Valle del Yegüare: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2080/1/CPA-2004-T029.pdf>.
- Walkley A, Black IA. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science*; [consultado el 14 de jun. de 2022]. 37:29–38. https://journals.lww.com/soilsci/citation/1934/01000/an_examination_of_the_degtjareff_method_for.3.aspx.
- Yanes R, Banegas J. 2021. Evaluación de dos sistemas de labranza en la producción de maíz para ensilaje [Tesis]. Valle del Yegüare: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 31 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7034/1/CPA-2021-T015.pdf>.

Anexos

Anexo A

Primer muestreo de maleza realizado a los 15 días después de siembra para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Género y especie	LCC	LCS	LMC	LMS
<i>Amaranthus hybridus</i>	5	7	1	1
<i>Amaranthus spinosus</i>	7			
<i>Bidens pilosa</i>	6	21	22	46
<i>Cenchrus echinatus</i>	14	3		
<i>Commelina difusa</i>	2	4	1	4
<i>Chloris radiata</i>			1	
<i>Cyperus rotundus</i>	11	25	30	27
<i>Digitaria sanguinalis</i>	51	21	1	2
<i>Eleusine indica</i>	20	23		1
<i>Eragrostis forgerbii</i>	1			
<i>Emilia forbergii</i>	10	32		7
<i>Equinocloa colona</i>	87	103	1	10
<i>Euphorbia hirta</i>		1	1	
<i>Ipomoea difusa</i>		1		
<i>Kallstroemia difusa</i>		3		
<i>Lagascea mollis</i>		17	10	
<i>Lepidium virginicum</i>	1			
<i>Leptochloa filiformis</i>	1	3		
<i>Malvastrum coromandelinum</i>	1	3	1	1
<i>Melothria pendula</i>	1	14		
<i>Nicandra physalodes</i>	23	52		
<i>Oxalis latifolia</i>		8	1	1
<i>Portulaca oleracea</i>	6	14	1	1
<i>Richardia scabra</i>	6	2	1	2
<i>Rottboelia cochinchinensis</i>	13		17	
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	22	66	30	14
<i>Solanum americanum</i>	2	4	1	
<i>Urochloa fasciculata</i>	20	1		1

Nota. Tratamientos: LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura,

LCS: Labranza convencional sin cobertura.

Anexo B

Segundo muestreo de maleza a los 45 días después de siembra para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Género y Especie	LCC	LCS	LMC	LMS
<i>Amaranthus hybridus</i>	1			
<i>Amaranthus spinosus</i>				
<i>Bidens pilosa</i>	3	15	42	47
<i>Cenchrus echinatus</i>	12		48	14
<i>Commelina difusa</i>	12	6	13	23
<i>Chloris radiata</i>				
<i>Cyperus rotundus</i>	14	20	27	13
<i>Digitaria sanguinalis</i>	5			1
<i>Eclipta alba</i>				12
<i>Eleusine indica</i>				
<i>Eragrostis forgerbii</i>				
<i>Emilia forbergii</i>	7	8	1	17
<i>Equinocloa colona</i>	10		12	10
<i>Euphorbia hirta</i>				1
<i>Ipomoea difusa</i>	1	3	1	11
<i>Kallstroemia difusa</i>				1
<i>Lagascea mollis</i>			1	
<i>Lepidium virginicum</i>				
<i>Leptochloa filiformis</i>				
<i>Malvastrum coromandelinum</i>	1			
<i>Merrenia quinquefolia</i>		1		
<i>Melothria pendula</i>				
<i>Nicandra physalodes</i>	22	29	3	7
<i>Oxalis latifolia</i>		6		
<i>Portulaca oleracea</i>				1
<i>Richardia scabra</i>	15	1	1	6
<i>Rottboelia cochinchinensis</i>	2		19	
<i>Sorghum halapense</i>				
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	32	70	89	27
<i>Solanum americanum</i>			1	
<i>Urochloa fasciculata</i>			4	

Nota. Tratamientos: LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura,

LCS: Labranza convencional sin cobertura.

Anexo C

Productos químicos utilizados en lote para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Producto	Dosis	Unidad
Round Up 35,6 SL	2	L/ha
DAP	194	Kg/ha
Urea	128	Kg/ha

Anexo D

Análisis de Materia Orgánica a los 30 días después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Solicitante		Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Procedencia de la muestra		Página	
Tesis Jose Rodolfo Chavarria		2022-05-02	2022-06-08	Lote de Parcelas, EAP		1 de 3	
Dirección del cliente		N° Lote de Análisis	Cultivo	Informe N°		Anexo Recomendación	
EAP, Zamorano		2022-12	Maíz	2022-132,2		Si:	No: x

Código Interno Lab	Muestra	pH (H ₂ O)	g/100g			mg/Kg (extractable)				
			C.O.	M.O.	N _{total}	P	K	Ca	Mg	Na
22-S-1762	LCCC R1 Horizonte 1	----	1.26	2.17	0.11	----	----	----	----	----
22-S-1763	LCCC R1 Horizonte 2	----	0.91	1.57	0.08	----	----	----	----	----
22-S-1764	LCCC R1 Horizonte 3	----	0.57	0.98	0.05	----	----	----	----	----
22-S-1765	LCCC R2 Horizonte 1	----	1.15	1.98	0.10	----	----	----	----	----
22-S-1766	LCCC R2 Horizonte 2	----	0.76	1.32	0.07	----	----	----	----	----
22-S-1767	LCCC R2 Horizonte 3	----	0.38	0.65	0.03	----	----	----	----	----
22-S-1768	LCCC R3 Horizonte 1	----	0.80	1.38	0.07	----	----	----	----	----
22-S-1769	LCCC R3 Horizonte 2	----	0.30	0.52	0.03	----	----	----	----	----
22-S-1770	LCCC R3 Horizonte 3	----	0.34	0.58	0.03	----	----	----	----	----
22-S-1771	LMSC R1 Horizonte 1	----	1.38	2.38	0.12	----	----	----	----	----
22-S-1772	LMSC R1 Horizonte 2	----	0.80	1.38	0.07	----	----	----	----	----
22-S-1773	LMSC R1 Horizonte 3	----	0.34	0.58	0.03	----	----	----	----	----
22-S-1774	LMSC R2 Horizonte 1	----	1.14	1.97	0.10	----	----	----	----	----
22-S-1775	LMSC R2 Horizonte 2	----	0.76	1.31	0.07	----	----	----	----	----
22-S-1776	LMSC R2 Horizonte 3	----	0.53	0.92	0.05	----	----	----	----	----
22-S-1777	LMSC R3 Horizonte 1	----	1.24	2.14	0.11	----	----	----	----	----
22-S-1778	LMSC R3 Horizonte 2	----	0.84	1.44	0.07	----	----	----	----	----
22-S-1779	LMSC R3 Horizonte 3	----	0.72	1.25	0.06	----	----	----	----	----
22-S-1780	LCSC R1 Horizonte 1	----	1.41	2.43	0.12	----	----	----	----	----
22-S-1781	LCSC R1 Horizonte 2	----	1.41	2.43	0.12	----	----	----	----	----
22-S-1782	LCSC R1 Horizonte 3	----	1.15	1.97	0.10	----	----	----	----	----
22-S-1783	LCSC R2 Horizonte 1	----	1.68	2.90	0.15	----	----	----	----	----
22-S-1784	LCSC R2 Horizonte 2	----	2.27	3.92	0.20	----	----	----	----	----

Rango Medio		2.00	0.20	13	Por: Saturación de bases
		4.00	0.50	30	

Nota. Tratamientos: LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura.

Anexo E

Análisis de Suelos (pH y macronutrientes) a los 30 días después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Solicitante		Fecha ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Procedencia de la muestra	Página
Fesis Jose Rodolfo Chavarria		2022-05-02	2022-06-08	Lote de Parcelas, EAP	2 de 3
Dirección del cliente		N° Lote de Análisis	Cultivo	Informe N°	Anexo Recomendación
EAP, Zamorano		2022-12	Maíz	2022-132,2	SE: No: x

Código Interno Lab.	Muestra	pH (H ₂ O)	g/100g			mg/kg (extractable)				
			C.O.	M.O.	N _{total}	P	K	Ca	Mg	Na
22-S-1785	LCSC R2 Horizonte 3	---	1.11	1.91	0.10	---	---	---	---	---
22-S-1786	LCSC R3 Horizonte 1	---	1.22	2.10	0.10	---	---	---	---	---
22-S-1787	LCSC R3 Horizonte 2	---	1.92	3.31	0.17	---	---	---	---	---
22-S-1788	LCSC R3 Horizonte 3	---	1.38	2.37	0.12	---	---	---	---	---
22-S-1789	LMCC R1 Horizonte 1	---	1.69	2.91	0.15	---	---	---	---	---
22-S-1790	LMCC R1 Horizonte 2	---	1.37	2.37	0.12	---	---	---	---	---
22-S-1791	LMCC R1 Horizonte 3	---	1.46	2.51	0.13	---	---	---	---	---
22-S-1792	LMCC R2 Horizonte 1	---	1.96	3.37	0.17	---	---	---	---	---
22-S-1793	LMCC R2 Horizonte 2	---	1.80	3.10	0.15	---	---	---	---	---
22-S-1794	LMCC R2 Horizonte 3	---	1.07	1.84	0.09	---	---	---	---	---
22-S-1795	LMCC R3 Horizonte 1	---	1.49	2.58	0.13	---	---	---	---	---
22-S-1796	LMCC R3 Horizonte 2	---	1.18	2.03	0.10	---	---	---	---	---
22-S-1797	LMCC R3 Horizonte 3	---	1.18	2.04	0.10	---	---	---	---	---
22-S-1810	LMCC	5.93	0.42	0.72	0.04	6	389	1848	210	ND
22-S-1811	LMSC	6.04	0.84	1.45	0.07	7	430	2119	207	ND
22-S-1812	LCSC	6.16	1.62	2.79	0.14	29	543	2801	219	ND
22-S-1813	LMCC	5.59	1.49	2.58	0.13	161	561	2456	216	ND

Rango Medio		2.00	0.20	13	Por: Saturación de bases
		4.00	0.50	30	

Métodos: K, Ca, Mg, Na: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. % Carbono Orgánico: Método de Walkley & Black para suelos minerales no salinos. % N total: 5% de M.O. pH: 1:1 en agua-ADNC 994.36 rango de 4.00-10.00. S: Solución extractora fosfato de calcio, determinados por colorimetría.

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 darsé. El lote de análisis remite la fecha de ejecución de análisis.

Nota. Tratamientos: LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura.

Anexo F

Análisis de tejido vegetal a los 48 días después de la siembra en el tejido foliar para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO		ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL		Versión	1	
ZAMORANO		LSZ-MC-F31 INFORME DE RESULTADOS				
Sistema de Gestión de Calidad ISO/IEC 17025						
Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe		Página	Informe N°	
Tesis Jose Rodolfo Chavarria	2022-05-02	2022-06-08		1 de 1	2022-132,1	
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo		Procedencia de la muestra		
EAP, Zamorano	2022-11	Maíz		Lote Parcelas, EAP Zamorano		
Código Interno Lab.	Muestra	g/100 g (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
22-T-1814	LCCC	2.03	0.23	2.36	0.28	0.18
22-T-1815	LMSC	2.32	0.27	2.20	0.24	0.16
22-T-1816	LCSC	2.06	0.24	1.68	0.24	0.15
22-T-1817	LMCC	2.47	0.28	2.34	0.28	0.16
Metodos: N: AOAC 2001.11. K, Ca, Mg: Digestion humeda con H2SO4 y H2O2, determinados por Absorcion atomica. P: Digestion humeda con H2SO4 y H2O2, determinado por espectrofotometria (colorimetria).						

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.

E-mail: laboratoriosuelos@zamorano.edu, Tel: (504) 2287-2000 ext. 2316 Fax: (504) 2287-6242 Cel: +5049969-6846
Laboratorio de Suelos, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria Apartado Postal # 93 Tegucigalpa-Honduras. Km 30 Carret. Danlí

Nota. Tratamientos: LMC: Labranza mínima con cobertura, LMS: Labranza mínima sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza convencional sin cobertura.

Anexo G

Medición del área foliar con un escáner portátil tipo CI-202 Laser Área Meter con 0.01 cm² de resolución que muestra el valor en cm² y el índice de clorofila por medio de un clorofilometro Minolta SPAD-502 Plus a los 48 días después de la siembra.

SPAD-502 Plus a los 48 días después de la siembra.



Anexo H

Corte de la juncea L. a los 56 días después de la siembra para la incorporación en el sistema de labranza mínima y en el sistema de labranza convencional, ciclo 2, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo I

*Condición de los horizontes del suelo y profundidad de raíces en cada tratamiento a los 30 días después de la siembra para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. y el sistema de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, ciclo 2, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.*

