

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



Proyecto Especial de Graduación

Efecto de *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*)

Estudiante

Eric Abel Barrios Bernal

Lian Mahorith Durón Alvarado

Asesores

Rony Muñoz, M.Sc.

Gloria E. Arévalo, Ph.D.

Honduras, junio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

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
Metodología.....	17
Ubicación	17
Descripción de los Tratamientos.....	18
Manejo de los Cultivos.....	18
Variables determinadas	20
En el Suelo.....	20
En el Laboratorio.....	21
En el Cultivo	22
Diseño Experimental.....	23
Análisis Estadístico	24
Resultados y Discusión.....	25
Condición Física y de la Materia Orgánica del Suelo	25
Análisis Químico de Suelo.....	28
Análisis Químico del Tejido Vegetal.....	29

Densidad de Plantas y Profundidad de Raíces	31
Efecto del Sistema de Labranza y Cultivo de Cobertura en la Población de Malezas	33
Altura de Cultivo	36
Número de Hojas y Rendimiento en Biomasa	38
Conclusiones	41
Referencias.....	43
Anexos.....	51

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura para determinar el efecto de <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....	18
Cuadro 2 Efecto de los sistemas de labranza y cobertura sobre la estabilidad, densidad aparente, resistencia a penetración y materia orgánica del suelo para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	26
Cuadro 3 Nutrientes disponibles en el suelo 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, 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 <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras. ...	30
Cuadro 5 Matriz de biodisponibilidad de los nutrientes en el suelo y tejido vegetal para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, 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 <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	33

- Cuadro 7 Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 15 días después de siembra para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras....35
- Cuadro 8 Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 45 días después de siembra para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras....36
- 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras. 38
- Cuadro 10 Efecto de la labranza y cultivo de cobertura sobre el número de hojas y rendimiento en biomasa del maíz tratamientos para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....40

Índice de Figuras

- 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras. 17
- Figura 2 Distribución de la precipitación donde se evaluó el 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, Lote Parcela, EAP Zamorano. 19
- Figura 3 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras. . 24

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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.....	51
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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	52
Anexo C Productos químicos utilizados en lote para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	53
Anexo D Análisis de suelo 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	54
Anexo E Análisis de tejido vegetal a los 45 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	55
Anexo F 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	56
Anexo G Descripción del color de los horizontes del suelo con la Tabla Munsell a los 30 días después de siembra de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	57

Anexo H Lote parcelas, con sistema de riego y preparado para la siembra de maíz para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo, EAP Zamorano, Honduras.....	58
Anexo I Fertilización con DAP a los 10 DDS del maíz para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.....	59
Anexo J Muestreo de malezas para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, EAP Zamorano, Honduras.	60
Anexo K Descripción del color de los horizontes del suelo con la Tabla Munsell a los 30 días después de siembra de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	61
Anexo L Descripción de los horizontes del suelo y profundidad de raíces a los 30 días DDS para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	62
Anexo M Determinación de la estabilidad estructural mediante Slake Test a los 30 DDS para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.	63
Anexo N Procesamiento de las muestras para análisis de tejido vegetal para determinar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras	64

Resumen

Los cultivos de cobertura mantienen protegido el suelo cuando no se cultiva. El objetivo fue evaluar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. en rotación con maíz variedad Tuxpeño con dos sistemas de labranza: Labranza convencional con cobertura (LCC), labranza convencional sin cobertura (LCS), Labranza cero con cobertura (LOC) y labranza cero sin cobertura (LOS) con tres repeticiones cada uno, en un diseño de parcelas divididas, con separación de medias LSMEANS ($P \leq 0.05$). Se realizaron dos muestreos de maleza, a los 15 y 45 días después de siembra (DDS) del maíz. En el maíz las variables fueron: densidad de plantas al establecimiento, altura a los 30, 45 y 60 (DDS), profundidad de raíces, número de hojas y biomasa. En el suelo: estabilidad estructural (E.E), resistencia a la penetración (RP), densidad aparente (DAP) y materia orgánica (M.O) a tres profundidades (0-10 cm, 10-20 cm y 20-30cm). Hubo diferencias significativas en el porcentaje de M.O en los dos últimos estratos, con mayor cantidad en LOC y LCS. LCC logró mayor altura, profundidad de raíces y mejor control de *Sclerocarpus phylloscephalus*. En LOC hubo mayor supresión de *Equinocloa colona*. Incorporar *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura para la producción de un ciclo de maíz, con labranza convencional mejoró en el suelo DAP y RP. LOC favoreció la absorción de fósforo por la planta. El primer ciclo de labranza cero no mejora la producción de maíz, ni la calidad del suelo en comparación con la labranza convencional con o sin cultivo de cobertura.

Palabras clave: Cobertura, labranza, malezas, maíz

Abstract

Cover crops keep the soil protected when it is not cultivated. The objective was to evaluate the effect of *Crotalaria juncea* L. in rotation with corn variety Tuxpeño with two tillage systems: conventional tillage with cover (LCC), conventional tillage without cover (LCS), zero tillage with cover (LOC) and zero tillage without cover (LOS) with three replications each, in a split plot design, with separation of means LSMEANS ($P \leq 0.05$). Two weed samplings were carried out, at 15 and 45 days after planting (DDS) of corn. In corn, the variables were: plant density at establishment, height at 30, 45, and 60 (DDS), root depth, number of leaves, and biomass. In the soil: structural stability (S.S.), penetration resistance (PR), bulk density (DBH), and organic matter (OM) at three depths (0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm). There were significant differences in the percentage of OM in the last two strata, with higher amounts in LOC and LCS. LCC achieved greater height, root depth, and better control of *Sclerocarpus phyllocephalus*. In LOC, there was greater suppression of *Echinochloa colona*. Incorporating *Crotalaria juncea* L. as a cover crop for the production of a corn cycle, with conventional tillage improved DBH and PR in the soil. LOC favored phosphorus uptake by the plant. The first no-tillage cycle did not improve corn production, nor soil quality compared to conventional tillage with or without cover crop.

Key words: corn, cover, tillage, weeds.

Introducción

La agricultura desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico de los países, más aún en los países menos desarrollados porque la mayoría de su población depende de ella para su subsistencia y suplir la demanda de las zonas urbanas (Bula, 2020). Con el repentino aumento de la necesidad de alimentos y la poca oferta, ha sido necesario el uso de energía proveniente de combustibles fósiles, ejemplo de esto son las maquinarias y los agroquímicos para tener mayor productividad. Sin embargo, la intensificación sin criterios ambientales ha traído como consecuencia la degradación de suelos y el incremento del riesgo de contaminación de fuentes de agua con fertilizantes, plaguicidas, partículas de suelo, igualmente, emisiones a la atmósfera de gases de invernadero como CO₂, metano y óxido nitroso, y de gases causantes de acidificación (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2001; Rizo-Mustelier et al., 2017).

El uso cotidiano de esos químicos contribuye a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas. La búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica, practicada en las últimas décadas, ha dejado un saldo a nivel mundial de contaminación y envenenamiento donde el pretendido remedio universal ha resultado ser peor que la enfermedad (del Puerto Rodríguez et al., 2014). De este modo, se observa que la solución a este problema debe necesariamente apuntar a generar una agricultura de procesos. Para avanzar en ese sentido, es necesario el desarrollo de alternativas culturales de manejo de malezas a mediano plazo. Dentro de las mismas, el uso de cultivos de cobertura posee un rol preponderante hacia la racionalización del manejo de malezas en sistemas agrícolas extensivos (Buratovich y Acciaresi, 2019).

Los cultivos de cobertura (CC) son herramientas biológicas con un gran potencial para el control de malezas, pero el nivel de supresión depende de la especie de CC y del manejo (Ayuso et al., 2018). Estos pueden ser especies anuales o perennes, incluidas ciertas leguminosas, pastos y dicotiledóneas no leguminosas (Curran et al., 2006). El cultivo consiste en plantas cultivadas

principalmente para mantener el suelo cubierto, especialmente durante la temporada baja o entre cultivos comerciales. Está cubierta ralentiza la escorrentía superficial, lo que permite una mejor infiltración de humedad; y a su vez, los residuos vegetales reducen el impacto de las gotas de lluvia que, de otro modo, separarían las partículas del suelo y las harían propensas a la erosión (Curran et al., 2006). Asimismo, esta práctica aumenta el rendimiento de los cultivos (Boccolini et al., 2019).

Desde el punto de vista microbiológico, los CC aumentan la biomasa microbiana mejorando la actividad y diversidad del suelo a través del aporte adicional de residuos (Frasier et al., 2016). Así también, los cultivos de cobertura pueden mejorar el suelo al agregar materia orgánica, nutrientes y estabilidad y al actuar como carroñeros para atrapar los nutrientes sobrantes que de otra manera podrían filtrarse (Curran et al., 2006).

Se pueden utilizar un número considerable de especies vegetales como cobertura, las tres familias de plantas más utilizadas son: leguminosas, brásicas y gramíneas. Las leguminosas son las más empleadas dadas a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, a favor de los cultivos en rotación. Hay autores que afirman que las leguminosas además de mejorar el suelo con la penetración de sus raíces, llegan a romper los suelos más duros (Navas Rios, 2004). En cambio, las gramíneas sembradas con las leguminosas son beneficiosas para el suelo y forman humus estables. Las raíces de las gramíneas mejoran el terreno ablandándolo en la superficie (Navas Rios, 2004).

En las especies de brásicas, los beneficios potenciales provienen de los glucosinolatos: compuestos ricos en azufre que los cultivos de cobertura de brásicas contienen en grandes cantidades. Cuando se descomponen, los glucosinolatos forman productos secundarios bio-tóxicos (isocianatos y otros) cuyo potencial para controlar malezas, enfermedades, insectos y nematodos se ha revisado ampliamente (Ayuso et al., 2018).

Sin embargo, el resultado de la introducción de CC para reducir la incidencia de las comunidades de malezas puede tardar varios años en manifestarse y la información de experimentos

a largo plazo puede ayudar a diseñar estrategias para optimizar el control de malezas (Ayuso et al., 2018).

La labranza radica en manipular mecánicamente el suelo haciendo uso de diversos implementos de preparación, con el fin de alterar su estructura y disminuir la resistencia a la penetración de las raíces para convertirlo en un sustrato apropiado para la germinación de las semillas y el desarrollo productivo de los cultivos (García R. et al., 2018). Sin embargo, una fuerte y continua mecanización conlleva a la compactación y a la formación de costras y de piso de arado (García R. et al., 2018). Produce cambios en el balance hídrico del suelo, disminuye la infiltración y el intercambio gaseoso que afecta la actividad y número de microorganismos (Lal, 2014). Así mismo, las actividades de labranza tradicional contribuyen a acelerar los procesos de erosión que llevan a la degradación del suelo y a largo plazo, a la disminución de la producción (García R. et al., 2018). En los últimos años, se ha buscado que los procesos de preparación del suelo para el establecimiento de cultivos propendan por la sostenibilidad de los sistemas (Martínez R. y Gómez, 2012).

La labranza cero, se basa en la no roturación del suelo y el mantenimiento de restos vegetales en la superficie genera variaciones en las condiciones ambientales a nivel del suelo, lo que no solo ayuda a preservar la humedad y disminuir los riesgos de erosión, sino que también influye en la dinámica de emergencia y desarrollo de las malezas (Rodríguez, 2021). No obstante, la siembra directa necesita de los herbicidas para su existencia y entre éstos, el más frecuentemente utilizado es el glifosato. El glifosato es un herbicida sistémico y no selectivo, lo cual significa que una vez que es absorbido por las hojas, se transloca a toda la planta provocando su muerte (López Plaza, 2020).

Es importante destacar que la siembra directa o labranza cero permite que el suelo posea mayor cantidad de materia orgánica (M.O), con los nutrientes indispensables para el desarrollo de los cultivos y además mejora en la estructura del suelo, evitando su degradación y erosión (López Plaza, 2020). Tanto la M.O, como la porosidad y humedad influyen directamente en la recuperación de la

estructura y estabilidad cuando a los suelos se le realizan diferentes tipos de manejo (García R. et al., 2018).

A pesar que se ha logrado avanzar en materia de preparación sostenible de suelos, principalmente de la siembra directa, no se presenta una adopción masiva de éste método y hay escepticismo respecto a los beneficios para el suelo y las ganancias económicas que se podrían lograr (García R. et al., 2018). La agricultura de conservación es un sistema de manejo de cultivo construido sobre tres principios, comienza con reducir la labranza, mantener la cubierta del suelo mediante la retención de residuos del cultivo o vegetación viva y utilizar rotaciones de cultivos (Nicholsa et al., 2015).

Además, el resultado de la introducción de CC para las comunidades de malezas puede tardar varios años en manifestarse y la información de experimentos a largo plazo puede ayudar a diseñar estrategias para optimizar el control de malezas (Ayuso et al., 2018).

La importancia de esta práctica radica en su fácil implementación y bajo costo de inversión, lo que permitiría la incorporación en parcelas desde muy pequeñas hasta grandes extensiones de terreno sin necesidad de avanzada tecnología. Así mismo, a razón de observar un mejor resultado, se planteó la posibilidad de combinar este método con un sistema de labranza donde se obtengan mejores resultados sin aumentar el tiempo de descanso ni la inversión.

Los resultados obtenidos en esta investigación darán la posibilidad de conocer la importancia y beneficios de los cultivos de cobertura, permitiendo introducir el concepto de agricultura regenerativa. La cual adopta un enfoque de conservación y rehabilitación de la producción de alimentos. Centra la atención en el potencial de la agricultura para proporcionar una multitud de servicios en los ecosistemas, como secuestro de carbono en el suelo, y la biomasa existente, protección de las cuencas de agua y conservación de la biodiversidad, todo lo cual contribuye a la resiliencia del ecosistema y el clima” (Rainforest Alliance, 2020).

De esta manera, los objetivos de esta investigación fueron:

Evaluar el efecto del sistema de labranza en asocio con cobertura sobre la incidencia de las malezas en el cultivo.

Determinar el efecto del sistema de labranza y del cultivo de cobertura sobre el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, así como el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz.

Establecer las bases iniciales para las diferentes variables en estudio y que dicha información pueda ser utilizada para investigaciones posteriores en la zona de EAP, Zamorano-

Metodología

Ubicación

El estudio se realizó del 11 de septiembre de 2020 al 10 de junio del 2021, en el Lote Parcelas, de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, localizada en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán a 30 km al Este de Tegucigalpa, Honduras. Ubicada en la Latitud y Longitud de 14°00'46.4" N y 87°00'24.0" O respectivamente (Figura 1). La EAP se encuentra localizada a 800 msnm, con una precipitación durante el periodo del experimento de 597.75 mm distribuidos en dos temporadas: del 11 de septiembre al tres noviembre de 2020 con 425.97 mm y del nueve de abril al 9 de junio de 2021 con 171.78 mm y una temperatura promedio de 23.06°C¹.

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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.



¹ Datos de la estación meteorológica del campus central de la EAP Zamorano.

Descripción de los Tratamientos

En el estudio se evaluó la especie de leguminosa (*Crotalaria juncea* L.) como cultivo de cobertura en un sistema de labranza convencional y labranza cero durante un solo ciclo.

Los tratamientos fueron: Labranza convencional con cobertura (LCC), labranza convencional sin cobertura (LCS), labranza cero con cobertura (LOC) y labranza cero sin cobertura (LOS), este último fue tomado como testigo. En la labranza convencional se hicieron dos pases de rastra pesada marca Civemasa con discos dentados de 28 pulgadas de diámetro, el primer pase para incorporar la crotalaria al momento de la floración (54 DDS) y el segundo pase previo a la siembra del maíz como adecuación del suelo, mientras que en labranza cero la crotalaria se cortó manualmente permitiendo dejarla sobre la superficie del suelo a la misma fecha que se incorporó en el otro tratamiento.

Cuadro 1

Descripción de los tratamientos en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura para determinar el efecto de Crotalaria juncea L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Sistema de Labranza	Cultivo de Cobertura
LOC	Labranza Cero	Con cobertura cortada sobre el suelo
LOS	Labranza Cero	Sin cobertura
LCC	Labranza Convencional	Con cobertura incorporada al suelo
CS	Labranza Convencional	Sin cobertura

Nota. LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura.

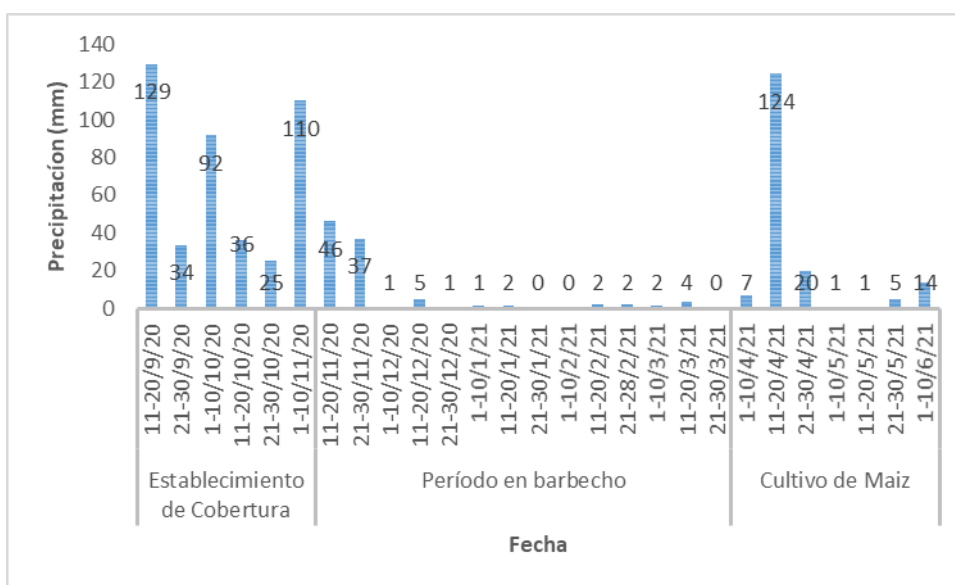
Manejo de los Cultivos

El experimento contó con dos fases: la primera para el establecimiento y desarrollo del cultivo de cobertura con *Crotalaria juncea* L., del 11 de septiembre al tres de noviembre del 2020. Una semana previa a la siembra del cultivo de cobertura, se realizó una aplicación de glifosato (RoundUp Max 68SG), a una dosis de 1 kg de i.a. en 250 L de agua/ha por aspersion sobre la superficie del suelo, con

la finalidad de controlar malezas existentes en el lote y permitir la siembra de la crotalaria. El cultivo de cobertura se sembró el 11 de septiembre del 2020 a doble hilera separada a 0.25 m con una distancia de 1.2 m de centro a centro y 15 plantas por metro obteniendo una densidad de 250,000 plantas/ha. Al momento de la floración (54 DDS), la crotalaria se cortó manualmente o incorporó con el pase de rastra según el tratamiento. Este cultivo no se fertilizó. La crotalaria se sembró durante la época de lluvia con 425.97mm de precipitación durante el periodo de producción (Figura 2). Dicha figura fue realizada por acumulación de la precipitación cada 10 días para presentar toda la precipitación ocurrida durante el periodo del experimento.

Figura 2

Distribución de la precipitación donde se evaluó el 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, Lote Parcela, EAP Zamorano.



La segunda etapa del experimento consistió en la siembra del cultivo de maíz variedad tuxpeño de polinización abierta, con la finalidad de evaluar el desempeño en los diferentes tratamientos. Este fue sembrado el nueve de abril del 2021 bajo un sistema de riego por goteo para suministro de humedad faltante, ya que se sembró durante la temporada de sequía. Sin embargo,

hubo una precipitación acumulada de 124 mm entre la siembra y 11 DDS (Figura 2). La siembra se realizó de cinco plantas de maíz por metro, con una distancia entre hilera de 0.8 m para obtener una densidad de 62,500 plantas por hectárea. Cabe destacar que un día antes de la siembra se aplicó Root out a una dosis de 5.35 L/ha, 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. 10 DDS del maíz se aplicó 42.14 kg/ha de Fosfato diamónico (DAP) y 46 DDS se aplicaron 324 kg/ha de Urea que equivalen a una dosis de (N-157, P-8.5 kg/ha). Estas aplicaciones no se hicieron con base en un análisis de suelos para cubrir los requerimientos exactos, ya que, se buscaba simular la fertilización que realizan los productores normalmente sin un análisis previo. De igual manera, se quería evitar que dicha práctica enmascare el efecto de la cobertura y labranza.

Variables determinadas

En el Suelo

Condición física y de la materia orgánica del Suelo.

Se realizaron 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, 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 incluyendo: cantidad y profundidad de raíces, resistencia a penetración, cantidad de poros y color de los horizontes en la profundidad efectiva. Para la descripción del color de los horizontes se utilizó la Tabla Munsell (Arévalo y Gauggel, 2019) y los parámetros de descripción de los suelos (FAO, 1977). Los datos se recolectaron en los primeros 30 centímetros de profundidad, realizando mediciones cada 10 centímetros y en cada una se recolectó una muestra para analizarla en laboratorio.

En el Laboratorio

Análisis Químico.

Las muestras recolectadas fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Donde se determinó el contenido de materia orgánica a las profundidades de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm en cada unidad experimental. A su vez, se mezclaron las muestras de cada tratamiento y en cada una se realizó un análisis el cual proporcionó el pH del suelo, materia orgánica y contenido de macronutrientes.

Se analizó el pH con relación suelo - agua; 1:1 por el método AOAC 994.17 minerales (alternativa 1), los nutrientes P, K, Ca, Mg y Na por medio solución extractora Mehlich 3 (Horová et al., 2014), determinados por espectrofotometría absorción atómica (Greenberg et al., 1992) y el fósforo fue determinado por colorimetría (Sparks et al., 1996). El porcentaje de Materia Orgánica por medio del método de Walkley & Black (Combs y Nathan, 2011). El porcentaje de total: 5% de la materia orgánica (Nilo, 2019).

Análisis del Tejido Vegetal.

A los 45 DDS cuando el maíz se encontraba en etapa V12, por cada tratamiento se tomaron 10 hojas al azar en las repeticiones del tratamiento. La hoja seleccionada fue la tercera o cuarta hoja hacia abajo que tuviera la lígula separada del tallo principal, las cuales se consideran hojas desarrolladas, pero recién formadas (Fertilab, 2021) y se llevaron al laboratorio de suelos para su análisis. Primero se lavaron con agua potable, luego se sumergieron en agua destilada y posteriormente se secaron con papel toalla para empacarlas en bolsas de papel manila. Una vez etiquetadas, se secaron en el horno a 78°C por 24 horas. Posteriormente, se molieron hasta obtener una muestra de 15 gramos para realizar los análisis.

Se analizó la cantidad de nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. El nitrógeno se midió por método de Kjeldahl utilizando dos equipos: digestor FOSS Tecator y el

destilador Kjeltex 8100. El potasio, calcio y magnesio mediante digestión húmeda con H_2SO_4 y H_2O_2 , determinados por absorción atómica. El fósforo por digestión húmeda con H_2SO_4 y H_2O_2 , determinados por espectrofotometría (colorimetría), según el manual de laboratorio de suelos (Arévalo y Gauggel, 2019).

Análisis Físico.

Se realizaron análisis de estabilidad de los agregados y densidad aparente. La estabilidad se realizó mediante el test de Slake con ayuda del kit de estabilidad de los agregados, donde categoriza la estructura del suelo según estabilidad definida en grados de estabilidad, siendo seis el suelo más estable y uno el más inestable (Herrick et al., 2001). La prueba consistió en seleccionar un agregado de cada muestra con un diámetro de seis a ocho milímetros, el cual se pesó en seco con una balanza digital marca OHAUS Adventurer-Pro y luego se sumergieron por cinco minutos en agua para realizar una clasificación inicial de cero a tres de menor a mayor estabilidad según sea la rapidez con la que se desintegre la muestra. Posteriormente los que clasificaron en categoría tres puede subir en la escala de cuatro a seis haciendo cinco inmersiones a intervalo de dos segundos, para luego secar a $60^\circ C$ el agregado que permaneció en el tamiz. Una vez secos los agregados se tomó el peso final, con el cual ya se pudo establecer un porcentaje de suelo y determinar su estabilidad.

Para la densidad aparente se tomó un volumen conocido de suelo seco en una probeta de 50 mL y posteriormente se pesó en una balanza marca OHAUS Scout-Pro. Para luego determinar la densidad aparente con una relación peso-volumen (Arévalo y Gauggel, 2019).

En el Cultivo

Estimación de la Población de Maíz al Establecimiento del cultivo.

Se eligieron dos hileras al azar sin tomar en cuenta las hileras de los costados por cada unidad experimental, donde se realizó el conteo de las plantas en cinco metros a los 14 DDS para determinar la densidad poblacional real en cada tratamiento.

Conteo de Malezas.

Se realizaron dos conteos, a los 15 y 45 DDS del cultivo de maíz. Se tomaron dos muestras al azar de cada repetición utilizando un marco de madera de 0.5×0.5 m para un equivalente de 0.25 m^2 . Las malezas se clasificaron según género y especie. Para la identificación se utilizaron las Guías de Identificación de Malezas (Muñoz et al., 1997).

Altura de Planta.

Se eligieron 50 plantas al azar por unidad experimental haciendo un recorrido en zigzag, se midió la altura hasta la última hoja verdadera con una cinta métrica. El muestreo se hizo a los 30, 45 y 60 DDS.

Número de Hojas.

A los 60 DDS se tomaron 50 plantas al azar por unidad experimental haciendo un recorrido en zigzag, en las cuales se contó de abajo hacia arriba las hojas completamente desarrolladas.

Rendimiento en Biomasa.

Se determinó la biomasa en cada unidad experimental tomando las plantas establecidas en un metro y medio en dos hileras diferentes para un total de tres metros por muestra. Se determinó en cada muestra el peso fresco en una balanza marca OHAUS serie 2000 que arrojó como resultado la biomasa de tres metros, los cuales posteriormente se hizo la conversión a t/ha.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con un arreglo factorial, donde la parcela principal es representada por el sistema de labranza y la sub-parcela el cultivo de cobertura. Esto debido a la naturaleza de las operaciones de labranza que hacen difícil manejar de la misma manera todas las combinaciones posibles de los factores involucrados y se sacrifica la precisión de la parcela principal por las sub-parcelas. El experimento se realizó en un área total de 1400 m^2 , donde se distribuyeron

los cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno (Figura 3), para un total de 12 unidades experimentales de 10.5 m de ancho y 11.1 m de largo, para un área total de 116.7 m² cada una, que constaba de 14 hileras de maíz, en las cuales la evaluación de las variables se realizó en las 10 del centro, dejando dos a cada lado por el efecto borde.

Figura 3

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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.

Labranza Cero (L0)	Labranza Convencional (LC)
L0-Con cobertura	LC-Sin cobertura
Repetición 1	Repetición 1
Repetición 2	Repetición 2
Repetición 3	Repetición 3
L0- Sin cobertura	LC-Con cobertura
Repetición 1	Repetición 1
Repetición 2	Repetición 2
Repetición 3	Repetición 3

Análisis Estadístico

Las variables se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando una separación de medias con el método LSDmeans PDIFF STDERR ($P \leq 0.05$) y el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 2009).

Resultados y Discusión

Condición Física y de la Materia Orgánica del Suelo

En la interacción de labranza x cobertura no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$) en las variables estabilidad estructural, densidad aparente y resistencia a la penetración a ninguna profundidad. Sin embargo, la materia orgánica varió con diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos a profundidades de 10 a 20 cm y 20 a 30 cm. Los tratamientos LCC y LOS presentaron los valores significativamente más bajos (Cuadro 2).

En el fragmento superficial (0-10cm) el efecto de la labranza es claro debido al volteo que realiza la rastra, esta práctica incorpora la materia orgánica invirtiendo la distribución de esta en el perfil del suelo, ya que es menor en los primeros 10 cm. En cambio, en la labranza cero, la materia orgánica queda en la superficie del suelo (Cuadro 2). Así mismo, en las variables estabilidad estructural y resistencia a la penetración el factor labranza por si solo presentó un efecto significativo, la resistencia a la penetración fue menor con la labranza convencional ya que alcanzó un valor de 1.11 kg/cm^2 , pues el tipo de labranza ejerce una influencia directa en la resistencia a la penetración y estabilidad estructural del suelo (Pinto Acero et al., 2016). No labrar el suelo mantuvo la resistencia a la penetración en un valor de (3.92 kg/cm^2), es así que el incremento de la resistencia mecánica a la penetración de raíces con valores ($> 2 \text{ MPa}$) son referidos como limitantes (Pérez et al., 2016).

En el fragmento intermedio (10-20 cm) la labranza presentó un efecto positivo al disminuir la resistencia a la penetración y la densidad aparente (Cuadro 2), esto se explica debido a que al labrar un suelo este cambia propiedades como la porosidad y aireación (Casanova y Lobo, 2007). Además, la resistencia a la penetración es una de las propiedades que más se ve afectada por la mecanización (Ramírez López et al., 2008).

En cuanto al último fragmento evaluado (20-30 cm) la labranza no tuvo efecto debido a que la labor de mecanización no alcanzó los 30 cm de profundidad. El uso de cobertura no tuvo efecto en ninguna variable a diferentes profundidades (Cuadro 2).

Cuadro 2

Efecto de los sistemas de labranza y cobertura sobre la estabilidad, densidad aparente, resistencia a penetración y materia orgánica del suelo para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

TRT	0-10cm				10-20cm				20-30cm			
	E.E	DAP	RP	M.O	E. E	DAP	RP	M.O	E.E	DAP	RP	M.O
LCC	5.33	0.86	0.85	2.32	5.00	0.80	1.52	2.29 ab	4.67	0.83	4.17	1.54 b
LCS	5.00	0.81	1.37	2.49	4.00	0.83	2.75	2.96 ab	4.33	0.84	3.75	2.82 a
LOC	5.67	0.87	3.75	3.10	5.67	0.88	4.33	3.06 a	5.00	0.86	2.92	2.88 a
L0S	6.00	0.82	4.08	2.88	5.33	0.86	4.00	2.20 b	3.00	0.85	2.58	1.59 b
Valor P	0.23 ns	0.96 ns	0.78 ns	0.15 ns	0.56 ns	0.08 ns	0.25 ns	0.02 *	0.27 ns	0.61 ns	0.95 ns	0.01 *
Labranza												
LC	5.17 b	0.84	1.11 b	2.40	4.50	0.82 b	2.13 b	2.63	4.50	0.83	3.96	2.18
L0	5.83 a	0.84	3.92 a	2.99	5.50	0.87 a	4.17 a	2.63	4.00	0.86	2.75	2.23
Valor P	0.05 *	0.83 ns	0.001 **	0.006 **	0.13 ns	0.007 **	0.03 *	0.98 ns	0.5 ns	0.22 ns	0.15 ns	0.86 ns
Cobertura												
Con	5.50	0.87	2.30	2.71	5.33	0.84	2.92	2.68	4.83	0.84	3.54	2.21
Sin	5.50	0.81	2.72	2.68	4.67	0.84	3.38	2.58	3.67	0.84	3.17	2.20
Valor P	1.00 ns	0.23 ns	0.25 ns	0.82 ns	0.27 ns	1.00 ns	0.49 ns	0.69 ns	0.16 ns	1.00 ns	0.61 ns	0.99 ns
Labranza × Cobertura												
Valor P	0.23 ns	0.96 ns	0.78 ns	0.15 ns	0.56 ns	0.08 ns	0.25 ns	0.02 *	0.27 ns	0.61 ns	0.95 ns	0.01 *
CV	7.42	7.45	22.00	7.17	18.25	2.11	32.29	14.31	27.16	3.74	35.16	22.05

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, L0S: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura, LC: Labranza convencional, L0: Labranza cero.

VARIABLES: E.E: Estabilidad estructural (escala de 1 a 6), DAP: Densidad Aparente (g/cm³), RP: Resistencia a la penetración (kg/cm²), M.O: Materia Orgánica (%).

Valores en la misma columna con distinta letra difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS (P ≤ 0.05). ns No significativo (P > 0.05), ** Muy significativo (P < 0.01), * Significativo (P 0.05-0.1).

Los resultados de estabilidad estructural no concuerdan con los obtenidos por Gonzales *et al.* (2016), quienes midieron el cambio la estabilidad estructural de los agregados en suelos sin cobertura comparado con suelos con monocultivos de cobertura. En sus resultados, en general el tratamiento sin cultivo de cobertura, la estabilidad de la estructura del suelo fue 20-25% menor que cuando se utilizaron coberturas. El mismo estudio demostró que la producción de monocultivos o la combinación de gramíneas y leguminosas, no se presentó diferencia. Cabe destacar que el estudio se desarrolló en un ensayo de larga duración y se midió la estabilidad después de seis años de rotación. A su vez Gonzales *et al.* (2016) aseguran que las mejoras de la estabilidad estructural están asociadas a la intensificación de la rotación agrícola, ya que aumenta la actividad biológica del suelo. Además, la distribución de agregados del suelo es una medida estática, para que genere información acerca de los cambios dinámicos tiene que ser repetida en el tiempo (Castellanos Navarrete *et al.*, 2013)

Para la variable densidad aparente (DAP) la inconsistencia del efecto de sistemas de labranza en el corto plazo sobre esta variable del suelo ya ha sido reportada ampliamente en la literatura. Alonso y Aguirre (2011) reportaron valores mayores de densidad aparente bajo cero labranza sobre la labranza convencional.

Forsythe *et al.* (2005) mencionan que se encuentra una mayor resistencia en los primeros centímetros del suelo bajo siembra directa y labranza mínima lo que concuerda con los resultados obtenidos de esta investigación. Así mismo, Pinto *et al.* (2016) observó que la resistencia a la penetración es cada vez mayor a medida que se profundiza en el perfil del suelo, independientemente del tipo de labranza empleado, aunque el contenido de humedad también influye en la compactación.

Respecto a la materia orgánica (MO) los resultados en labranza cero concuerdan con los obtenidos por Alonso y Aguirre (2011) donde el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa en la concentración promedio de la MO por sistemas de labranza (Labranza mínima, cero labranza y labranza convencional) por profundidad a través de los sitios, e indica que, en el corto plazo a través de la profundidad, no ocurrieron cambios en la concentración de MO. Resultados similares

en relación con esta investigación muestran que en el corto plazo (< 10 años) el efecto de la labranza sobre la dinámica del C es variable y compleja (Al-Kaisi et al., 2005). Por otra parte, después de tres años consecutivos con cero labranza más la permanencia de los residuos de cosecha, se incrementa la concentración de C orgánico en los estratos de 0-5 cm y de 5-10 cm de profundidad, con relación a la práctica del rayado profundo del suelo para la siembra de maíz; es probable que dicha acumulación de C no se debía a los residuos de cosecha, sino a la disminución de las tasas de mineralización con cero labranza. La práctica continua de cero labranza más el manejo de cultivos que proporcionen altas cantidades de residuos de cosecha y su permanencia in situ como el maíz, promueve la recuperación sucesiva de la MO, su fertilidad natural y protege el ambiente mediante la reducción sustantiva de emisiones de CO₂ (Alonso Báez y Aguirre Medina, 2011).

Análisis Químico de Suelo.

En el nitrógeno los valores en los cuatro tratamientos están por debajo del rango establecido de 0.20-0.50 mg/kg. Sin embargo, el valor más alto se observa en el sistema de labranza cero con cobertura. Los valores de fósforo los resultados fueron variables, pues el rango normal para dicho elemento varía de 13-30 mg/kg, por tal razón en la labranza convencional con cobertura y labranza cero sin cobertura están en niveles bajos, la labranza cero con cobertura es un nivel normal y labranza convencional sin cobertura en un nivel alto, a pesar que, la fertilización fue la misma en todos los tratamientos.

Para el potasio y calcio los rangos normales, por saturación de ese elemento en la fase intercambiable, van de 3-5% y 50-75% respectivamente ², en los cuatro tratamientos se encuentran en niveles altos. En Mg el rango de normalidad está entre 15 a 20% y en todos los tratamientos se

² Laboratorio de Suelos Zamorano. Informe de resultado de análisis. laoratoriosuelos@zamorano.edu (10/06/2021)

encuentran en valores bajos. Por último, el Na con un nivel aceptable <15, todos los tratamientos están en niveles normales (Cuadro 3). Cabe anotar que los resultados corresponden al contenido de estos elementos en el suelo ya que no se aplicaron con fertilización.

Cuadro 3

Nutrientes disponibles en el suelo a los 30 días después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	N		P		K		Ca		Mg		Na	
	mg/kg (extractable)				%Saturación de Bases							
LCC	0.10	B	9	B	10	A	76.81	A	12.45	B	0.57	N
LCS	0.14	B	36	A	11	A	75.58	A	12.10	B	1.32	N
LOC	0.16	B	27	A	10	A	77.61	A	11.84	B	0.30	N
LOS	0.11	B	11	B	10	A	77.91	A	11.79	B	0.52	N
Rangos de suficiencia	0.2- 0.5		13-30		44319		50-75		15-20		<15	

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura. Rangos: A: Alto, N: Normal, B: Bajo.

Análisis Químico del Tejido Vegetal

En el análisis foliar los valores de nitrógeno y magnesio de los cuatro tratamientos están por debajo del rango normal de 3.0-5.0 y 0.3-0.8 g/100g respectivamente. En potasio y calcio los cuatro tratamientos se encuentran con valores normales dentro del rango de 2.0-5.0 y 0.25-1.6 g/100g. En los tratamientos LCC, LCS, LOS los niveles de fósforo se presentaron por debajo del límite normal de 0.3-0.8 g/100g y LOC un nivel normal (Cuadro 4). Los rangos utilizados fueron establecidos por Correndo y García en 2012. Quienes también mencionan que estos resultados sirven para verificar síntomas de deficiencia nutricional o Identificar deficiencias asintomáticas (“hambre oculta”) en caso de categorizarse en rango bajo. En este caso, el nitrógeno y el magnesio al encontrarse por debajo de rango y sin presentar síntomas de deficiencia en campo, se le atribuye una condición de hambre

oculta, la cual no es identificable visualmente, pero afecta los rendimientos finales del cultivo (Barbazán, 1998).

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 sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	N		P		K		Ca		Mg	
	g/100g									
LCC	2.46	B	0.23	B	2.24	N	0.34	N	0.13	B
LCS	2.19	B	0.25	B	2.20	N	0.39	N	0.12	B
LOC	2.42	B	0.32	N	2.21	N	0.33	N	0.14	B
LOS	2.00	B	0.21	B	2.16	N	0.30	N	0.09	B
Rangos de suficiencia	3.0-5.0		0.3-0.8		2.0-5.0		0.25-1.6		0.3-0.8	

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura. Rangos: A: Alto, N: Normal, B: Bajo.

Al relacionar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y los nutrientes absorbidos por la planta se encontró que, en todos los tratamientos hubo baja disponibilidad de nitrógeno y magnesio en el suelo, por ende, la planta no logró obtener los niveles de suficiencia. En cuanto al potasio y calcio se encontró un exceso en el suelo, sin embargo, la planta absorbió los nutrientes hasta un nivel de suficiencia. Respecto al fósforo en los tratamientos LCC y LOS su disponibilidad en el suelo fue baja por lo que también fue limitada su absorción. En LCS se encontró un exceso por acumulación en el suelo, pero la absorción de la planta fue limitada, mientras que, en LOC se encontró un exceso en el suelo y una absorción suficiente de parte de la planta (Cuadro 5).

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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, 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	Bajo
LCS	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Normal	Alto	Normal	Bajo	Bajo
LOC	Bajo	Bajo	Alto	Normal	Alto	Normal	Alto	Normal	Bajo	Bajo
LOS	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Normal	Alto	Normal	Bajo	Bajo

Nota. TRT: Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura,

LCS: Labranza cero sin cobertura

Densidad de Plantas y Profundidad de Raíces

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para la variable densidad de plantas al establecimiento del cultivo (cuadro 6), lo que concuerda con el estudio realizado por Navarro *et al.* (2000) donde a pesar de estas pequeñas discrepancias, no hubo diferencia significativa en la germinación del maíz en los diferentes tipos de labranza. Es de anotar que en todos los casos hubo reducción de la densidad de plantas/ha ya que la siembra se realizó a 62,500 plantas/ha y los resultados del conteo en campo oscilaron entre 38,337 y 46,250 plantas/ha con una reducción entre 24 al 38%, sin diferencia estadística. Cabe recalcar que en la labranza cero debido a que no se utilizan aperos afinadores del suelo, puede provocar problemas para la germinación de las plantas. Además, la cero labranza o siembra directa implica la disposición de rastrojos de cosecha, lo que mejora la incorporación de materia orgánica, sin embargo, aumenta la densidad del suelo y consecuentemente la compactación de las capas superiores de éste, siendo esto un efecto negativo en la germinación de las semillas (Gómez Calderón *et al.*, 2018).

En cuanto a la profundidad de raíces, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos e interacciones por labranza y cobertura. Se encontró un claro efecto de la labranza, ya

que al labrar el suelo las raíces crecen a una mayor profundidad que con labranza 0 ($P < 0.0004$). La crotalaria como cobertura favorece también el crecimiento de las raíces ($P \leq 0.05$) con relación a no usarla, ya que se obtuvo mayor longitud de raíz en los tratamientos con cobertura (Cuadro 6). Esto demuestra que el uso de cobertura contribuye a mejorar el suelo para obtener mayor desarrollo radicular. Los resultados obtenidos para la profundidad de raíz concuerdan con los de Marquínez (2020) donde la labranza convencional reportó la mayor longitud de raíz de un cultivo en comparación con labranza mínima y labranza cero. Además, Hossne *et al.* (2017) afirma que el efecto de la humedad del suelo favorece el crecimiento de las raíces, comparado con otras variables físicas y mecánicas por la cual haciendo uso de cobertura favorece el desarrollo de las mismas.

La mayor profundidad de raíces fue obtenida con labranza convencional con cobertura, seguido de la labranza convencional sin cobertura, resultando con valores inferiores y estadísticamente iguales entre si los tratamientos donde se implementó labranza cero (Cuadro 6). Lo que se traduce en que el mayor efecto en la profundidad de raíces del cultivo establecido es provocado por la labranza utilizada, ya que el propósito de ella es acondicionar el suelo para el desarrollo del cultivo (Marquínez Crespo, 2020).

De igual forma Delgado *et al.* (2008) encontraron en maíz que, en los tres primeros estratos del suelo (0-5, 5-10, y 10-20 cm) hubo presencia de raíces desde los 15 días, mientras a la profundidad de 20-30 cm la aparición de raíces sucedió a partir de los 30 días en los sistemas de labranza convencional y cero labranza y se alcanza a 30-40 y 40-50 cm a los 60 días.

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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Densidad de plantas (No. de plantas/ha)	Profundidad de raíces (cm)	
LCC	46 250	32.7	a
LCS	38 750	27.0	b
LOC	38 337	20.4	c
LOS	42 500	20.0	c
Valor P	0.45 ns	0.04	*
Labranza			
Convencional	42,500	29.83	a
Cero	40,412	20.21	b
Valor P	0.78 ns	0.0004	**
Cobertura			
Con	42,288	26.54	a
Sin	40,625	23.5	b
Valor P	0.82 ns	0.03	*
Labranza×Cobertura			
Valor P	0.45 ns	0.04	*
CV	29.4	6.19	

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ($P \leq 0.05$). ns No significativo ($P > 0.05$), ** Muy significativo ($P < 0.01$), * Significativo ($P 0.05-0.1$)

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

Para el primer muestreo realizado a los 15 DDS se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para *Sclerocarpus phyllocephalus* y *Echinochloa colona* encontrando mayor población en el tratamiento LOC y LCC respectivamente (Cuadro 7). Cabe recalcar que el lote evaluado se encuentra en un período de transición ya que es el primer año de establecimiento de cultivos de cobertura en el mismo, por la

cual el banco de semillas en el suelo, se encuentra saturado debido al historial de combinación entre cultivos extensivos y periodos de barbecho.

El segundo muestreo realizado 45 DDS, solo mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la maleza *Sclerocarpus phyllocephalus*. Donde la menor población se obtuvo en el tratamiento LCC (Cuadro 8). Este segundo muestreo arroja el resultado de la segunda generación de malezas en el lote ya que se realizó 30 días después de un control manual del total de malezas contadas en el primer muestreo. Es importante destacar que ambas malezas utilizan la semilla como método de propagación (Santos Cubias, Hipatia de la Cruz, 2004), por la cual el laboreo o volteo del suelo puede afectar positiva o negativamente la germinación de la misma.

Los resultados no concuerdan con los obtenidos por Zanettini *et al.* (2019) quienes concluyeron que el cultivo de cobertura es una herramienta tecnológica apta para el control de malezas en periodo de barbecho, tanto de gramíneas como de latifoliadas. Cabe recalcar que dichos autores realizaron el muestreo las malezas en el periodo de barbecho por lo cual el cultivo de cobertura cumplía la función de mulching, impidiendo la entrada de luz y desarrollo de malezas. Por otra parte, Pound (1998) afirma que una desventaja de cultivo de cobertura con labranza cero es el posible incremento de malezas nocivas (mayormente perennes); para ayudar en el control de estas especies e incrementar la viabilidad de la tecnología, es necesario un cultivo de cobertura vigoroso, seguido por herbicidas o el picado del mismo para formar un mulch.

Cuadro 7

Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 15 días después de siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Primer muestreo											
	<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>		<i>Emilia fosbergii</i>		<i>Bidens pilosa</i>		<i>Digitaria sanguinalis</i>		<i>Cyperus rotundus</i>		<i>Echinochloa colona</i>	
LCC	7.33	b	12.00		1.33		32.67		4.67		135	a
LCS	30.33	ab	23.00		0.67		19.00		35.00		31.67	b
LOC	60.67	a	8.67		98.00		13.00		28.67		12.33	c
LOS	9.00	b	12.00		13.33		27.33		18.00		35.00	b
Valor P	0.01	*	0.60	ns	0.30	ns	0.07	ns	0.06	ns	<0.0001	**
Labranza												
Convencional	18.83		17.50		1.00		25.83		19.83		83.33	a
Cero	34.83		10.33		55.67		20.17		23.33		23.67	b
Valor P	0.14	ns	0.34	ns	0.20	ns	0.38	ns	0.69	ns	<0.0001	**
Cobertura												
Con	34.00		10.33		49.67		22.83		16.67		73.67	a
Sin	19.67		17.50		7.00		23.17		26.50		33.33	b
Valor P	0.17	ns	0.34	ns	0.29	ns	0.96	ns	0.29	ns	0.0004	**
Labranza×Cobertura												
Valor P	0.01	*	0.60	ns	0.30	ns	0.07	ns	0.06	ns	<0.0001	***
CV	55.69		82.97		216.01		43.35		64.64		11.809	

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS:

Labranza cero sin cobertura. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS (P

≤0.05). ns No significativo (P>0.05), *** Altamente significativo (P<0.001) ** Muy significativo (P 0.01-0.001), * Significativo (P 0.05-0.1)

Cuadro 8

Efecto de los sistemas de labranza y cobertura en las poblaciones de malezas a los 45 días después de siembra para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Segundo muestreo											
	<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	<i>Emilia fosbergii</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Echinochloa colona</i>						
LCC	0.33	b	3.00	0.00	10.00	15.67	32.33					
LCS	3.33	a	7.00	0.33	5.67	12.00	25.33					
LOC	3.33	a	7.33	15.33	1.00	34.67	9.33					
LOS	4.33	a	5.33	0.33	15.33	16.33	4.67					
Valor P	0.02	*	0.36	ns	0.24	ns	0.08	ns	0.30	ns	0.91	ns
Labranza												
Convencional	1.83	b	5.00	0.17	7.83	13.83	28.83					
Cero	3.83	a	6.33	7.83	8.17	25.50	7.00					
Valor P	0.00	*	0.67	ns	0.24	ns	0.94	ns	0.13	ns	0.08	ns
Cobertura												
Con	1.83	b	5.17	7.67	5.50	25.17	20.83					
Sin	3.83	a	6.17	0.33	10.50	14.17	15.00					
Valor P	0.002	*	0.75	0.25	ns	0.27	ns	0.15	0.57			
Labranza×Cobertura												
Valor P	0.02	*	0.36	ns	0.24	ns	0.08	ns	0.30	ns	0.91	ns
CV	17.65		89.55		237.61		84.70		54.27		92.19	

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ($P \leq 0.05$). ns No significativo ($P > 0.05$), ** Muy significativo ($P < 0.01$), * Significativo ($P 0.05-0.1$)

Altura de Cultivo

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todos los muestreos independientemente de la edad del cultivo de maíz. El tratamiento compuesto por labranza convencional y el uso crotalaria como cobertura, favoreció el crecimiento del maíz en todo el ciclo (Cuadro 9). Los primeros 45 días se observó una tendencia a mayor altura en los tratamientos con labranza convencional, sin embargo, a los 60 días, el tratamiento LCS arrojó las mediciones de altura

más bajas de todos (Cuadro 9), encontrándose diferencias significativas ($P \leq 0.05$) al ser comparado con LCC, LOC y LOS, sin embargo, estos tres fueron estadísticamente iguales a los 60 DDS. Cabe mencionar que esta variable fue influenciada tanto por la labranza como también por la cobertura, ya que al comparar estos dos factores por separado se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), mostrando mejores resultados la labranza convencional y el uso de cobertura (Cuadro 9).

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Navarro *et al.* (2000) donde el maíz presentó mayor crecimiento y desarrollo en los tratamientos con labranza vertical y uso de residuos de cosechas comparado con maíz establecido en labranza cero y suelo sin cobertura. Datos similares reportó Jaramillo (2018) quien comparó el crecimiento de maíz con la presencia y ausencia de cobertura en el suelo. Obtuvo mayor crecimiento en las unidades experimentales donde se hacía uso de coberturas. Dicho comportamiento se le atribuye a la mayor humedad acumulada en el suelo a causa del cultivo de cobertura (Novillo *et al.*, 2017).

Bazán y Cotorás (2017) observó una mayor captación y recuperación del perfil hídrico del suelo en los tratamientos con cultivo de cobertura en comparación con el barbecho, aunque éste se encontraba con mayor humedad en su perfil, en el transcurso de los días, fue perdiendo esa condición terminando con un porcentaje inferior que el resto de los CC.

Por otra parte, estos datos concuerdan con los de Marquínez (2020) quien obtuvo valores mayores para altura en los tratamientos que hacía uso de labranza convencional, concluyendo que la labranza tiene gran influencia en el crecimiento del mismo, permite buen desarrollo radicular y por consiguiente absorción de agua y nutrientes.

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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Altura (cm)					
	30 DDS		45 DDS		60DDS	
LCC	27.59	a	116.69	a	191.15	a
LCS	23.99	b	95.43	b	173.87	b
LOC	23.63	bc	78.23	c	185.62	a
LOS	22.36	c	82.25	c	187.49	a
Valor P	0.03	*	0.003	**	0.02	*
Labranza						
Convencional	25.79	a	106.06	a	182.51	
Cero	22.99	b	80.24	b	186.55	
Valor P	0.001	**	0.0002	**	0.21	ns
Cobertura						
Con	25.61	a	97.46	a	188.38	a
Sin	23.18	b	88.84	b	180.6	b
Valor P	0.002	**	0.012	*	0.05	*
Labranza×Cobertura						
Valor P	0.03	*	0.003	**	0.02	*
CV	2.50		3.624		2.547	

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ($P \leq 0.05$). ns No significativo ($P > 0.05$), ** Muy significativo ($P < 0.01$), * Significativo ($P 0.05-0.1$)

Número de Hojas y Rendimiento en Biomasa

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para la variable número de hojas muestreada a los 60 DDS. Sin embargo, al comparar el uso de cobertura versus los tratamientos sin cobertura, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), obteniendo mayor número de hojas en los tratamientos con cultivo de cobertura (Cuadro 10).

Estos resultados tienen similitud con los de Stiven y Hernández (2017) quienes en una comparación entre la labranza convencional y de conservación no encontraron diferencias significativas en la determinación de número de hojas por parcela según el tipo de labranza. Otros investigadores del cultivo han encontrado y determinado que número de hojas es dependiente de la arquitectura de cada planta y que posee una baja probabilidad de ser afectado por condiciones ambientales o del sistema de labranza, ya que este es un factor propio de la genética de cada cultivar y solo es determinado a partir de la heredabilidad (Razquin et al., 2017).

Tampoco se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el rendimiento del cultivo en función de los cuatro tratamientos. No obstante, se identifica una tendencia de valores más altos en ambos sistemas de labranza que están acompañados por el cultivo de cobertura donde evidentemente se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con una media mayor para los tratamientos con cobertura versus los que no se hacía uso de crotalaria como cobertura (Cuadro 10). Siendo así que el rendimiento de un cultivo posterior a un cultivo de cobertura está influenciado por la relación carbono-nitrógeno de la biomasa del cultivo (Kuo y Sainju, 1998). Por ello, es recomendable considerar la cantidad de biomasa que los cultivos de cobertura producen y considerar la relación de carbono-nitrógeno al momento de elegir los cultivos de cobertura (Finney et al., 2016).

Los resultados obtenidos por Kaufmann (2018) indicaron que los mejores rendimientos en el cultivo de maíz correspondieron a las plantas que se sembraron en rotación con un cultivo de cobertura de la familia leguminosa, posteriormente las 11 mezclas entre leguminosas con gramíneas como cobertura y por último cuando la cobertura fue con las gramíneas por sí solas.

Cuadro 10

Efecto de la labranza y cultivo de cobertura sobre el número de hojas y rendimiento en biomasa del maíz tratamientos para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Número de hojas/Planta		Biomasa (t/ha)	
LCC	18.51		89.38	
LCS	16.10		66.67	
LOC	16.42		86.71	
LOS	15.59		72.92	
Valor P	0.23	Ns	0.53	ns
Labranza				
Convencional	17.30		78.00	
Cero	16.01		79.83	
Valor P	0.08	Ns	0.79	ns
Cobertura				
Con	17.46	A	88.04	A
Sin	15.85	B	69.79	B
Valor P	0.04	*	0.05	*
Labranza×Cobertura				
Valor P	0.23	Ns	0.53	ns
CV	5.81		14.01	

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS:

Labranza cero sin cobertura. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS (P

≤0.05). ns No significativo (P>0.05), ** Muy significativo (P <0.01), * Significativo (P 0.05-0.1)

Conclusiones

En el primer año bajo sistema de labranza cero con cobertura no mostró un efecto claro sobre la composición de la comunidad de malezas ya que, en las malezas más dominantes, la labranza convencional con cobertura fue más eficiente en la supresión de *Sclerocarpus phyllocephalus* a los 15 y 45 DDS. El sistema de labranza cero con cobertura logró la mayor supresión de *Echinochloa colona* a los 15 DDS.

Incorporar *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura para la producción de un ciclo del cultivo de maíz, con labranza convencional presentó los mejores resultados en altura y longitud de raíz, demostrando que se logró mejorar las propiedades del suelo tales como la densidad aparente y resistencia a la penetración, a pesar que disminuyó el contenido de materia orgánica. La cobertura sin labrar el suelo favoreció la absorción de fósforo por la planta.

Con el primer ciclo de labranza cero, no se observaron resultados favorables para la producción de maíz en sus diferentes variables, ni en la calidad del suelo en comparación con la labranza convencional con o sin cultivo de cobertura.

Recomendaciones

Establecer el cultivo de cobertura lo más cercano a la siembra del cultivo del maíz, para que este pueda actuar como mulching y sea más eficiente en la supresión de malezas.

Comparar el efecto del asocio de varios cultivos de cobertura versus la utilización de una sola especie como lo fue en esta investigación.

Evaluar la biodiversidad del agrosistema mediante la población de posibles plagas y controladores biológicos, así como la biota del suelo en cada uno de los tratamientos.

Para una explotación con el objetivo de aumentar ingresos en el corto plazo, se recomienda el uso de labranza convencional con cobertura por el impacto directo sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

Dar seguimiento en los años siguientes para establecer una línea de tiempo y obtener una mejor visión del efecto de los factores evaluados sobre la supresión de malezas, evolución del suelo y desarrollo del cultivo.

Realizar un estudio para analizar la rentabilidad de la aplicación de los sistemas de labranza cero con uso de coberturas.

Referencias

- Al-Kaisi, M. M., Yin, X. y Licht, M. A. (2005). Soil carbon and nitrogen changes as influenced by tillage and cropping systems in some Iowa soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 105(4), 635–647. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.08.002>
- Alonso Báez, M. y Aguirre Medina, J. F. (2011). Efecto de la labranza de conservación sobre las propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*, 29(2), 113–121. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n2/2395-8030-tl-29-02-00113.pdf>
- Arévalo, G. E. y Gauggel, C. A. (2019). *Manual de laboratorio de Ciencia de Suelos y Agua* (4ª ed.). Litocom.
- Ayuso, M., Gabriel, J. L., García González, I., Del Monte, J. P. y Quemada, M. (2018). Weed density and diversity in a long-term cover crop experiment background. *Crop Protection*, 112, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.04.012>
- Barbazán, M. (1998). *Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes*. Universidad de la República. <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/AnPlantas.pdf>
- Bazán, C. y Cotorás, D. (2017). *Componentes del rendimiento y eficiencia del uso del agua en maíz implantado sobre cultivos de cobertura* [Trabajo de Investigación]. Universidad Nacional de Cordoba, Argentina. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4721/Baz%c3%a1n%2c%20C.%20Componentes%20del%20rendimiento%20y%20eficiencia.%20%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Boccolini, M. F., Cazorla, C. R., Galantini, J. A., Bellucini, P. A. y Baigorria, T. (2019). Cultivos de cobertura disminuyen el impacto ambiental mejorando propiedades biológicas del suelo y el rendimiento de los cultivos. *Revistas De Investigaciones Agropecuarias*, 45(3), 412–425. http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/numeros/subida_pubria_2019_45n3_dic_completa2.pdf

- Bula, A. (2020). *Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico*. Universidad Nacional del Rosario. Informes del Observatorio UNR. <https://cutt.ly/bmpdbPP>
- Buratovich, M. y Acciaresi, H. (2019). Manejando malezas con cultivos de cobertura: una alternativa tecnológica para disminuir el uso de herbicidas. *RTA*, 10(39), 51–54. https://inta.gob.ar/sites/default/files/manejando_malezas_con_cultivos_de_cobertura_una_alternativa_tecnologica_para_disminuir_el_uso_de_herbicidas.pdf
- Casanova, E. y Lobo, D. (2007). Relación entre la física y la fertilidad de los suelos. *Venezuelos*, 15(1). http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/988
- Castellanos Navarrete, A., Chocobar, A., Cox, R., Fonteyne, S., Govaerts, B., Jespers, N., Kienle, F., Sayre, K. y Verhulst, N. (2013). *Estabilidad de los agregados del suelo tamizando en humedo: Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo*. México. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4033/98832.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Combs, S. M. y Nathan, M. V. (2011). Soil Organic Matter. En J. R. Brown (Ed.), *North Central Regional Research Publication: Vol. 221. Recommended chemical soil test procedures: for the North Central Region* (pp. 53–58). Agricultural Experiment Stations.
- Correndo, A. A. y García, F. O. (2012). *Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos*. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Archivo Agronómico. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2983F9B934DDE60D852579BA00747DF4/\\$FILE/AA14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2983F9B934DDE60D852579BA00747DF4/$FILE/AA14.pdf)
- Curran, W. S., Lingenfelter, D. D., Garling Lyn y Wagoner, P. (2006). *Cultivos de Cobertura para Sistemas de Labranza de Conservación* (Conservación, labradoras núm. 5). Pensilvania, Estados Unidos. Universidad Estatal de Pensilvania.

- del Puerto Rodríguez, A., Suárez Tamayo, S. y Palacio Estrada, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana De Higiene Y Epidemiología*, 52(3), 372–387. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
- Delgado, R., Castro, L., Cabrera de Bisbal, E., San Vicente, F., Mújica, M. d. J., Canache, S., Navarro, L. y Noguera, I. (2008). Evaluación de algunas características del sistema radical del maíz (híbrido inia 68) cultivado bajo labranza mínima y convencional en un suelo de maracay, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 58(4). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000400012
- FAO. (1977). *Improved Use of Plant Nutrients: Meeting on Better Exploitation of Plant Nutrients : Papers.*
- Fertilab. (2021). *Muestreo foliar en Maíz: ¿cómo y cuándo?* Fertilab. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/MUESTREO%20FOLIAR.pdf>
- Finney, D. M., White, C. M. y Kaye, J. P. (2016). Biomass Production and Carbon/Nitrogen Ratio Influence Ecosystem Services from Cover Crop Mixtures. *Agronomy Journal*, 108(1), 39–52. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0182>
- Forsythe, W., Sancho, F. y Villatoro, M. (2005). Efecto de la compactación de suelos sobre el rendimiento del maíz en tres localidades de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 29(3). http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n03_175.pdf
- Frasier, I., Noellemeyer, E., Figuerola, E., Erijman, L., Permingeat, H. y Quiroga, A. (2016). High quality residues from cover crops favor changes in microbial community and enhance C and N sequestration. *Global Ecology and Conservation*, 6, 242–256. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.03.009>

- García R., D. Y., Cárdenas H., J. F. y Silva Parra, A. (2018). Evaluación de sistemas de labranza sobre propiedades físico-químicas y microbiológicas en un Inceptisol. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 35(1), 16. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.79>
- Gómez Calderón, N., Villagra Mendoza, K. y Solórzano Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología En Marcha*, 31(1). <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>
- Gonzalez, H., Restovich, S. y Portela S (2016). Efecto de los cultivos de cobertura sobre la estabilidad estructural del suelo: Metodo de le Bissonais. *Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria*. http://cultivosdeservicios.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2018/05/congreso_hugo-gonzalez-2018.pdf
- Greenberg, A. E., Clesceri, L. S. y Eaton, A. D. (1992). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (18th ed. / joint editorial board, Arnold E. Greenberg, Lenore S. Clesceri, Andrew D. Eaton). American Public Health Association.
- Herrick, J. E., Whitford, W. G., Soyza, A. G. de, van Zee, J. W., Havstad, K. M., Seybold, C. A. y Walton, M. (2001). Field soil aggregate stability kit for soil quality and rangeland health evaluations. *Catena*, 44(1), 27–35. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/1016312>
- Horová, V., Krejca, R. y Spejra, R. (2014). *Soil analysis using mehlich 3 extractant technique for sample preparation*. Teledyne, Cetac Technologies. <https://www.teledynecetac.com/resourceSite/Application%20Notes/HAM0852.pdf>
- Hossne García, A. J., Méndez Natera, J., Leonett Paisano, F. A., Meneses Lira, J. E. y Gil Marín, J. A. (2017). Terramecánica del desarrollo radicular del maíz. *UTCiencia Y Tecnología Al Servicio Del Pueblo*, 4(3). <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/84>
- Jaramillo Sabando, M. A. (2018). *Evaluación de cobertura cobertura vegetal en el suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays) en la finca agroecológica Zamorano*. Escuela Agrícola

- Panamerica, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6377/1/IAD-2018-T021.pdf>
- Kaufmann, A. (2018). *Producción y productividad del maíz según diferentes cultivos de cobertura como antecesores*. Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional del Litoral, Argentina. https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/5366/Resumen_Kaufmann_Ingenier%C3%ADas.pdf
- Kuo, S. y Sainju, U. M. (1998). Nitrogen mineralization and availability of mixed leguminous and non-leguminous cover crop residues in soil. *Biology and Fertility of Soils*, 26(4), 346–353. <https://doi.org/10.1007/s003740050387>
- Lal, R. (2014). Societal value of soil carbon. *Journal of Soil and Water Conservation*, 69(6), 186A-192A. <https://doi.org/10.2489/jswc.69.6.186A>
- López Plaza, F. E. (2020). “Control químico de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en sistema de siembra directa, en el Rcto. Los Ángeles, Cantón Ventanas”. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8014/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000074.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marquínez Crespo, W. F. (2020). *Influencia de la labranza del suelo en el cultivo de Maní (*Arachis Hypogaea*), Jujan, Guayas*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARQU%C3%8DNEZ%20CRESPON%20WILLIAM%20F%C3%89LIX.pdf>
- Martínez R., A. M. y Gómez, J. D. (2012). Elección de los agricultores en la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el valle cálido del Alto Magdalena. *Corpoica Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 13(1), 62. https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num1_art:241

- Muñoz, R., Pitty, A. y Barletta, H. A. (1997). *Guía fotográfica para la identificación de malezas: Parte 1* (Tercera reimpr). *Publicación DPV-EAP: no. 516*. Zamorano Academic Press.
- Navarro Bravo, A., Figueroa Sandoval, B., Ordaz Chaparro, V. M. y González Cossio, F. V. (2000). Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. *Terra Latinoamericana*, 18(1). <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318107.pdf>
- Navas Rios, G. (2004). Manejo de coberturas y abonos verdes en rotación de cultivo., 40–49. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO2019006240>
- Nicholsa, V., Verhulstb, N., Coxb, R. y Govaertsb, B. (2015). Agricultura de conservación y manejo de malezas. https://agroavances.com/img/publicacion_documentos/Manejo%20de%20malezas%20en%20AC-2015.pdf
- Nilo, G. (2019). *Procedimiento operativo estándar para el análisis de carbono orgánico del suelo: Walkley-Black Métodos de titulación y colorimétrico*. GLOSOLAN-Red global de laboratorio de suelos. <http://www.fao.org/3/ca7471es/ca7471es.pdf>
- Novillo, B., Voisin, A., Peyron, G., Chamorro, A., Bezus, R. y Golik, S. (2017). Efecto de diferentes estrategias de barbecho sobre la disponibilidad de agua para el cultivo sucesor y biomasa aportada por el cultivo de cobertura. *Revista Agronómica Del Noroeste Argentino*. <https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/5724/Novillo%20-%20Efecto%20de%20diferentes%20e.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2001). *OECD Environmental Outlook*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264188563-en>
- Pérez, M., García, A., Paredes, A., Luna, J. y Madriz, P. (2016). Resistencia mecánica del suelo a la penetración de raíces y forma de la raíz reservante de la batata a partir del descriptor de Huamán. *Agronomía Costarricense*, 40(2). <https://doi.org/10.15517/rac.v40i2.27394>

- Pinto Acero, Y. L., Álvarez Herrera, J. G. y Forero Ulloa, F. E. (2016). Efecto de la labranza en la estabilidad estructural y resistencia a la penetración en un Inceptisol sembrado en arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en Boyacá. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 10(1). <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.5049>
- Pound, B. (1998). Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/pound7.htm>
- Ramírez López, L., Reina Sánchez, A. y Camacho Tamayo, J. (2008). Variabilidad espacial de atributos físicos de un Typic Haplustox de los Llanos Orientales de Colômbia. *Engenharia Agrícola*, 28(1), 55–63. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000100006>
- Razquin, C. J., Maddonni, G. A. y Vega, C. (2017). Estimación no destructiva del área foliar en plantas individuales de maíz (*Zea mays* L.) creciendo en canopeos. *AgriScientia*, 34(1), 27. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v34.n1.17356>
- Rizo-Mustelier, M., Vuelta-Lorenzo, D. R. y Lorenzo-García, A. M. (2017). AGRICULTURA, DESARROLLO SOSTENIBLE, MEDIOAMBIENTE, SABER CAMPESINO Y UNIVERSIDAD(2), 106–120. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181351615008>
- Rodríguez, N. (2021). Efecto del sistema de labranza sobre el control de malezas en un cultivo de ajo (*Allium sativum*) bajo riego en el valle bonaerense del Río Colorado. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/5504/1/Rodr%c3%adguez%2c%20Nelson%20Alen%20Trabajo%20de%20Intensificaci%c3%b3n.pdf>
- Santos Cubias, Hipatia de la Cruz. (2004). *Malezas comunes de El Salvador*. Universidad de El Salvador, San Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1673/1/13101231.pdf>
- Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T. y Sumner, M. E. (1996). *Methods of soil analysis. Agronomy: 5[3]*. American Society

- of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy; Soil Science Society of America, Inc. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3>
- Stiven, B. y Hernandez, G. (2017). Evaluación de caracteres fenológicos en cultivo de maíz (*Zea mays*) refugio bajo condiciones de labranza mínima en Armero – Tolima. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/322477903_Evaluacion_de_caracteres_fenologicos_en_cultivo_de_maiz_Zea_mays_refugio_bajo_condiciones_de_labranza_minima_en_Armero_-_Tolima
- Zanettini, J. L., Orden, N. y Dubo, G. (2019). El cultivo de cobertura en el control de malezas. *Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria*, 10(39). https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_25_de_mayo_el_cultivo_de_cobertura_en_el_control_de_malezas.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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Género y Especie	LCC	LCS	LOC	LOS
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	22	91	182	27
<i>Nicandra physalodes</i>	51	63		6
<i>Emilia forbergii</i>	36	69	26	36
<i>Ipomoea difusa</i>	8	17	14	2
<i>Bidens pilosa</i>	4	2	294	40
<i>Commelina diffusa</i>	22	11	13	4
<i>Eleusine indica</i>	14	3	8	5
<i>Kallstroemia maxima</i>		19	5	
<i>Digitaria sanguinalis</i>	98	57	39	82
<i>Portulaca oleracea</i>	32	13	1	14
<i>Cyperus rotundus</i>	14	105	86	54
<i>Cenchrus echinatus</i>	7	2	7	10
<i>Urochloa fasciculata</i>		4	17	5
<i>Leptochloa ensiformis</i>	1	2		
<i>Amaranthus spinosus</i>	2			
<i>Amaranthus hybridus</i>	3	1	1	
<i>Oxalis latifolia</i>	4	1	3	
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>			6	
<i>Mimosa pudica</i>			1	
<i>Cenchrus radiata</i>			3	23
<i>Richardia scabra</i>	10			
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	3			
<i>Firacuta</i>	1			
<i>Euphorbia hirta</i>				18
<i>Equinocloa colona</i>	395	95	37	105

Nota.Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS:

Labranza cero 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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Género y Especie	LCC	LCS	LOC	LOS
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	1	10	10	13
<i>Nicandra physalodes</i>		6	1	
<i>Emilia forbergii</i>	9	21	22	16
<i>Ipomoea difusa</i>		5		
<i>Bidens pilosa</i>		1	46	1
<i>Commelina diffusa</i>	7	15	8	7
<i>Eleusine indica</i>	2		2	2
<i>Kallstroemia maxima</i>	1	3		
<i>Digitaria sanguinalis</i>	30	17	3	46
<i>Portulaca oleracea</i>	3	4	1	2
<i>Cyperus rotundus</i>	47	36	104	51
<i>Cenchrus echinatus</i>	1	4	8	2
<i>Urochloa fasciculata</i>			2	
<i>Leptochloa ensiformis</i>		2	6	7
<i>Amaranthus spinosus</i>				
<i>Amaranthus hybridus</i>	4	5	3	2
<i>Oxalis latifolia</i>	24	9	4	7
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>		2		
<i>Mimosa pudica</i>				1
<i>Cenchrus radiata</i>	1	1		
<i>Richardia scabra</i>	10	2		1
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	2	2		2
<i>Firacuta</i>	1		1	7
<i>Euphorbia hirta</i>	2			15
<i>Equinocloa colona</i>	97	76	28	14
<i>Cloris radiata</i>	2		8	16
<i>Lagascea mollis</i>	1	12	51	
<i>Eragostrum</i>			4	
<i>Mecardonia procumbens</i>			1	1
<i>Solanum americanum</i>			1	
<i>Merremia quinquefolia</i>				2
<i>Phyllanthus</i>				1

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS:

Labranza cero sin cobertura.

Anexo C

Productos químicos utilizados en lote para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote

Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Producto	Dosis	Unidad
Round up 68SG	1.00	kg/ha
Root Out 36SL	5.35	L/ha
Urea	324.00	kg/ha
DAP	42.14	kg/ha

Anexo D

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

LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO		LSZ-F10708-1	
INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS		Versión V02	
Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025			
Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Procedencia de la muestra
Lian Durón Tesis	2021-05-26	2021-06-10	Lote de las parcelas
Dirección del cliente	Nº Lote de Análisis	Cultivo	Informe Nº
EAP, Zamorano	2021-07	Maíz	2021-146,1
			Sí: <input type="checkbox"/> No: <input checked="" type="checkbox"/>
Página 1 de 1			
Anexo Recomendación			
Código	Muestra	pH*	g/100g
Interno Lab		(H ₂ O)	C.O. M.O. N _{total}
			P K Ca Mg Na
21-S-1302	LCS	6.27	1.64 2.82 0.14 36 624 2197 211 44
21-S-1303	LCC	6.10	1.21 2.09 0.10 9 486 1883 183 16
21-S-1304	L0S	6.11	1.29 2.22 0.11 11 507 2074 188 16
21-S-1305	LOC	6.27	1.86 3.21 0.16 27 586 3273 208 10
Rango Medio		2.00	0.20 13
		4.00	0.50 30
		Por: Saturación de bases	
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: 3% de M.O. pH: 1:1 en agua: AOAC 994.16 rango de 4.00-10.00 con incertidumbre de ±0.10.			

Alto
Normal
Bajo

*Valores de pH en negrita y cursiva se encuentran dentro del Ensayo Acreditado: Ver alcance Nº ENS-004 en

oha.hondurascalidad.org



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.

Responsable del análisis: E. Apollonio
Ing. Químico (Especialidad Química)

V. B. ...
Ing. Químico (Especialidad Energía)
Directora Unidad de Soporte



E-mail: laboratoriosuelos@zamorano.edu, gguggel@zamorano.edu, Tel: (504) 2287-2000 ext. 2316 Fax: (504) 2287-6242 Cel: 9969-6846
Laboratorio de Suelos, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria Apartado Postal # 93 Tegucigalpa-Honduras. Km 30 Carret. Danlí

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura.

Anexo E

Análisis de tejido vegetal a los 45 días después de la siembra en el tejido foliar para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO		LSZ-F10708-1	
INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL		versión	V02
Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025			
Solicitante	Fecha ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Informe N°
Lian Durón Tesis	2021-05-26	10/06/2021	2021-146,2
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Procedencia de la muestra
EAP, Zamorano	2021-07	Maíz	Lote de las Parcela


Código interno Lab.	Muestra	g/100 g				
		N	P	K	Ca	Mg
21-T-1298	LCS	2.19	0.25	2.20	0.39	0.12
21-T-1299	LCC	2.46	0.23	2.24	0.34	0.13
21-T-1300	L0S	2.00	0.21	2.16	0.30	0.09
21-T-1301	L0C	2.42	0.32	2.21	0.33	0.14

Metodos: N: AOAC 2001.11. K, Ca, Mg: Digestion humeda con H2SO4 y H2O2, determinados por Absorción 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

Responsable del análisis: E. Aguilera
Ing. Eurico Aguilera MSc/PhD

Vo.Bo.: GA
Dra. Gloria Arvalo de Gauggel
Directora Unidad de Suelos



E-mail: laboratoriosuelos@zamorano.edu, ggauget@zamorano.edu., Tel: (504) 2287-2000 ext. 2316 Fax: (504) 2287-6242 Cel: 9969-6846
Laboratorio de Suelos, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria Apartado Postal # 93 Tegucigalpa-Honduras. Km 30 Carret. Danlí

Nota. Tratamientos: L0C: Labranza cero con cobertura, L0S: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura.

Anexo F

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 control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

ZAMORANO		LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO			LSZ-F10708-1	
		INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS			Versión	V02
Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025						
Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Procedencia de la muestra		Página	
Lian Durón Tesis	2021-05-21	2021-06-10	Lote de las parcelas		1 de 1	
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Informe N°		Anexo Recomendación	
EAP, Zamorano	2021-07	Maíz	2021-140		Sí:	No: x

Código	Muestra	g/100g		
		C.O.	M.O.	N _{total}
21-5-1213	LCS 1 0-10	1.49	2.56	0.13
21-5-1214	LCS 1 10-20	1.45	2.49	0.12
21-5-1215	LCS 1 20-30	1.33	2.30	0.11
21-5-1216	LCS 2 0-10	1.68	2.89	0.14
21-5-1217	LCS 2 10-20	1.82	3.14	0.16
21-5-1218	LCS 2 20-30	1.63	2.81	0.14
21-5-1219	LCS 3 0-10	1.17	2.02	0.10
21-5-1220	LCS 3 10-20	1.89	3.26	0.16
21-5-1221	LCS 3 20-30	1.95	3.36	0.17
21-5-1222	LCC 1 0-10	1.49	2.57	0.13
21-5-1223	LCC 1 10-20	1.52	2.61	0.13
21-5-1224	LCC 1 20-30	1.17	2.03	0.10

Código	Muestra	g/100g		
		C.O.	M.O.	N _{total}
21-5-1225	LCC 2 0-10	1.33	2.29	0.11
21-5-1226	LCC 2 10-20	1.18	2.03	0.10
21-5-1227	LCC 2 20-30	0.60	1.03	0.05
21-5-1228	LCC 3 0-10	1.22	2.10	0.10
21-5-1229	LCC 3 10-20	1.29	2.23	0.11
21-5-1230	LCC 3 20-30	0.91	1.56	0.08
21-5-1231	LOS 1 0-10	1.56	2.69	0.13
21-5-1232	LOS 1 10-20	1.33	2.29	0.11
21-5-1233	LOS 1 20-30	0.56	0.97	0.05
21-5-1234	LOS 2 0-10	1.77	3.05	0.15
21-5-1235	LOS 2 10-20	1.18	2.03	0.10
21-5-1236	LOS 2 20-30	1.17	2.02	0.10

Código	Muestra	g/100g		
		C.O.	M.O.	N _{total}
21-5-1237	LOS 3 0-10	1.67	2.89	0.14
21-5-1238	LOS 3 10-20	1.33	2.29	0.11
21-5-1239	LOS 3 20-30	1.02	1.77	0.09
21-5-1240	LCC 1 0-10	1.63	2.80	0.14
21-5-1241	LCC 1 10-20	1.67	2.88	0.14
21-5-1242	LCC 1 20-30	1.60	2.75	0.14
21-5-1243	LCC 2 0-10	1.94	3.35	0.17
21-5-1244	LCC 2 10-20	1.87	3.22	0.16
21-5-1245	LCC 2 20-30	1.79	3.08	0.15
21-5-1246	LCC 3 0-10	1.82	3.15	0.16
21-5-1247	LCC 3 10-20	1.79	3.08	0.15
21-5-1248	LCC 3 20-30	1.63	2.81	0.14

Rango Medio	2.00	0.20
	4.00	0.50

Rango Medio	2.00	0.20
	4.00	0.50

Rango Medio	2.00	0.20
	4.00	0.50

Métodos: % Carbono Orgánico : Metodo de Walkley & Black para suelos minerales no salinos. % N total: 2% de M.O.

Nota. Tratamientos: LOC: Labranza cero con cobertura, LOS: Labranza cero sin cobertura, LCC: Labranza convencional con cobertura, LCS: Labranza cero sin cobertura.

Anexo G

Descripción del color de los horizontes del suelo con la Tabla Munsell a los 30 días después de siembra de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Repetición	Profundidad (cm)	Color
Labranza convencional con cobertura	1	0-10	10 YR 4/3
		10-30.	7.5 YR 2.5/2
	2	0-10	7.5 YR 2.5/2
		10-30.	7.5 YR 2.5/3
	3	0-20	10 YR 4/2
		20-30	10 YR 4/3
Labranza convencional sin cobertura	1	0-20	10 YR 2/2
		20-30	7.5 YR 2.5/2
	2	0-10	10 YR 2/2
		10-30.	10 YR 2/1
	3	0-10	7.5 YR 3/2
		10-30.	7.5 YR 2.5/1
Labranza cero con cobertura	1	0-10	7.5 YR 2.5/2
		10-30.	10 YR 2/2
	2	0-20	10 YR 2/2
		20-30	10 YR 2/1
	3	0-30	7.5 YR 2.5/2
Labranza cero sin cobertura	1	0-20	7.5 YR 2.5/2
		20-30	10 YR 4/3
	2	0-30	7.5 YR 2.5/2
	3	0-10	7.5 YR 2.5/2
		10-30.	10 YR 2/2

Lote parcelas, con sistema de riego y preparado para la siembra de maíz para determinar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo I

Fertilización con DAP a los 10 DDS del maíz para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo,

Lote Parcelas, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo J

Muestreo de malezas para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo K

Descripción del color de los horizontes del suelo con la Tabla Munsell a los 30 días después de siembra de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo L

Descripción de los horizontes del suelo y profundidad de raíces a los 30 días DDS para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo M

Determinación de la estabilidad estructural mediante Slake Test a los 30 DDS para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo N

Procesamiento de las muestras para análisis de tejido vegetal para determinar el efecto de la Crotalaria juncea L. y sistema de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras

