

**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* L.)**

Estudiantes

Andrea Camila Flores Tapia

Franz Mijael Huanca Terceros

Asesores

Rony Francisco Muñoz Molina, M.Sc.

Ricardo Alexander Peña Venegas, Ph.D.

Honduras, agosto 2023

**Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRIGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	5
Índice de Anexos .....	7
Resumen .....	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos.....	14
Ubicación del Lote Experimental .....	14
Descripción de los Tratamientos.....	15
Manejo de los Cultivos.....	16
Variables Determinadas.....	17
En el Suelo.....	17
En el Laboratorio.....	17
En los cultivos.....	19
Diseño Experimental .....	21
Análisis Estadístico .....	22
Análisis Químico del Suelo a los 90 Días Después de Siembra (DDS) .....	23
Condición Física y Materia Orgánica en el Suelo a los 90 Días Después de Siembra (DDS) .....	25
Análisis Químico del Tejido Foliar a los 45 Días Después de Siembra (DDS) .....	29
Biomasa del Cultivo de Cobertura a los 67 Días Después de Siembra (DDS) .....	31
Altura de Planta y Número de Hojas a los 60 Días Después de Siembra (DDS), y Profundidad de Raíces del cultivo de maíz a los 90 Días Después de Siembra (DDS) .....	31
Efecto del Sistema de Labranza y Cultivo de Cobertura sobre la Población de Malezas a los 15 y 45 Días Después de Siembra (DDS).....	33
Rendimiento de Grano a los 100 Días Después de Siembra (DDS).....	36

Conclusiones .....	39
Recomendaciones .....	40
Referencias.....	41
Anexos.....	47

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura Crotalaria juncea L. para determinar el efecto sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras. ....	16
Cuadro 2 Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre la caracterización química del suelo a los 90 días después de la siembra del maíz. ....	24
Cuadro 3 Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre la caracterización física del suelo a los 90 días después de siembra del maíz.....	28
Cuadro 4 Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre nutrientes en el tejido foliar del maíz a los 45 días después de siembra. ....	30
Cuadro 5 Efecto de dos sistemas de labranza sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de cobertura Crotalaria juncea L. expresado como materia fresca y materia seca, a los 67 días después de siembra. ....	31
Cuadro 6 Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre la altura y número de hojas por planta de maíz a los 60 días después de siembra, y profundidad de raíces de la planta de maíz, los 90 días después de siembra.....	33
Cuadro 7 Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre las poblaciones de malezas a los 15 días después de la siembra de maíz expresadas en número de plantas por metro cuadrado. ....	35
Cuadro 8 Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre las poblaciones de malezas a los 45 días después de la siembra de maíz expresadas en número de plantas por metro cuadrado. ....	35
Cuadro 9 Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre el número de plantas, plantas y mazorcas útiles por hectárea; número de hileras por mazorca, granos por hilera y granos por mazorca; y, rendimiento de grano expresado en toneladas por hectárea, 100 días después de siembra.....	38

## Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del experimento donde se evaluó el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza, sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras. ....	14
Figura 2 Distribución de la precipitación durante la época de estudio, donde se evaluó el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> 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. ....	15
Figura 3 Proyección de la distribución de los tratamientos en el lote del experimento 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 Parcelas, EAP Zamorano, Honduras. ....	22

## Índice de Anexos

Anexo A Primer muestreo de malezas realizado a los 15 días después de siembra del maíz. ....	47
Anexo B Segundo muestreo de malezas realizado a los 45 días después de siembra del maíz. ....	48
Anexo C Productos químicos utilizados en el lote. ....	49
Anexo D Análisis Químico y Materia Orgánica a los 90 días después de la siembra del maíz. ....	50
Anexo E Análisis de tejido vegetal a los 45 días después de la siembra del maíz. ....	51
Anexo F Descripción de color y textura a 10, 20 y 30 centímetros de profundidad, a los 90 días después de siembra del maíz. ....	52
Anexo G Nutrientes disponibles en el suelo a los 90 días después de la siembra. ....	53
Anexo H Nutrientes absorbidos a los 45 días después de la siembra en el tejido foliar. ....	54
Anexo I Matriz de biodisponibilidad de nutrientes en el suelo y tejido vegetal. ....	55
Anexo J Efecto de los sistemas de labranza y cultivo de cobertura sobre la altura del cultivo de maíz a los 30, 45 y 60 días después de siembra. ....	56
Anexo K Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la estabilidad estructural (EE) del suelo a los 90 días después de siembra. ....	57
Anexo L Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la densidad aparente (DAP) del suelo a los 90 días después de siembra. ....	58
Anexo M Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la resistencia a la penetración (RP) del suelo a los 90 días después de siembra. ....	59
Anexo N Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la materia orgánica (MO) del suelo a los 90 días después de siembra. ....	60
Anexo O Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el N, P y K en el suelo a los 90 días después de siembra. ....	61
Anexo P Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el Ca y el Mg en el suelo a los 90 días después de siembra. ....	62

Anexo Q Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el Na y pH en el suelo a los 90 días después de siembra.....	63
Anexo R Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el N, P y K en el tejido vegetal a los 45 días después de siembra. ....	64
Anexo S Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el Ca y Mg en el tejido vegetal a los 45 días después de siembra.....	65
Anexo T Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la altura, número de hojas a los 60 días después de siembra y profundidad de raíces de las plantas a los 90 días después de siembra.....	66
Anexo U Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la población de las malezas <i>Cyperus. Rotundus</i> , <i>Echinochloa Colona</i> , <i>Rottboellia Cochinchinensis</i> y <i>Sclerocarpus Phyllocephalus</i> en el primer muestreo a los 15 días después de siembra.....	67
Anexo V Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la población de las malezas <i>Cyperus. Rotundus</i> , <i>Echinochloa Colona</i> , <i>Rottboellia Cochinchinensis</i> y <i>Sclerocarpus Phyllocephalus</i> en el segundo muestreo a los 45 días después de siembra. ....	68
Anexo W Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el rendimiento de plantas, plantas y mazorcas útiles por hectárea a los 100 días después de siembra.	69
Anexo X Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el rendimiento de hileras por mazorca y granos por hilera a los 100 días después de siembra.....	70
Anexo Y Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el rendimiento de granos por mazorca y toneladas por hectárea a los 100 días después de siembra. ..	71

## Resumen

Los sistemas de labranza de conservación y los cultivos de cobertura son fundamentales para desarrollar la agricultura regenerativa ya que impulsan la sostenibilidad. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura en rotación con maíz variedad Tuxpeño en labranza cero y convencional. Se analizaron cuatro tratamientos: labranza convencional con cobertura (LCO-C), labranza convencional sin cobertura (LCO-S), labranza cero con cobertura (LCE-C) y labranza cero sin cobertura (LCE-S). Se utilizó un diseño de parcelas divididas con un arreglo factorial de 2×2, con tres repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante un ANDEVA con un test de homocedasticidad de Levene y comparación de medias con la prueba de significancia Tukey ( $p \leq 0.05$ ), en el software estadístico JASP. Se realizaron dos muestreos de malezas. En el suelo se evaluó: estabilidad estructural (EE), resistencia a penetración (RP), densidad aparente (DAP) y caracterización química a tres profundidades (0-10, 10-20 y 20-30 cm). En el cultivo de maíz se evaluó: absorción de macronutrientes, altura, número de hojas, profundidad de raíces y rendimiento. El uso de cobertura contribuyó a la mayor absorción de macronutrientes en la planta y a la menor incidencia de *Cyperus rotundus*. La mayor absorción de macronutrientes se evidenció en el tratamiento de LCO-C. Los tratamientos bajo labranza cero presentaron menor RP de 10 a 30 cm y menor incidencia de *Cyperus rotundus* y *Echinochloa colona*. No se observó diferencia significativa en el rendimiento de grano bajo la interacción de los sistemas de labranza y la cobertura.

*Palabras clave:* cobertura, labranza, maíz, malezas.

### Abstract

Conservation tillage systems and cover crops are critical to developing regenerative agriculture as they drive sustainability. The objective of this research was to evaluate the effect of *Crotalaria juncea* L. as a cover crop in rotation with maize variety Tuxpeño in zero and conventional tillage. Four treatments were analyzed: conventional tillage with cover (LCO-C), conventional tillage without cover (LCO-S), zero tillage with cover (LCE-C) and zero tillage without cover (LCE-S). A split plot design was used with a 2×2 factorial arrangement, with three replicates. Statistical analysis was performed using an ANOVA with a Levene homoscedasticity test and comparison of means with the Tukey significance test ( $p \leq 0.05$ ), in the JASP statistical software. Two samples of weeds were carried out. In the soil, the following were evaluated: structural stability (EE), resistance to penetration (RP), apparent density (DAP) and chemical characterization at three depths (0-10, 10-20 and 20-30 cm). In the corn crop, the following were evaluated: macronutrient absorption, height, number of leaves, root depth and yield. The use of cover contributed to the greater absorption of macronutrients in the plant and to the lower incidence of *Cyperus rotundus*. The greatest absorption of macronutrients was evidenced in the LCO-C treatment. Treatments under zero tillage presented lower RP from 10 to 30 cm and lower incidence of *Cyperus rotundus* and *Echinochloa colona*. No significant difference was observed in grain yield under the interaction of tillage systems and cover.

*Keywords:* coverage, maize, tillage, weeds.

## Introducción

El 19% de la población mundial se encuentra inmerso directamente en diversos eslabones de la producción agrícola puesto que representa una de las principales actividades económicas y de sustento para diversos núcleos familiares (Freire et al. 2018). El incremento de la demanda de alimentos como consecuencia directa del progresivo crecimiento poblacional, motivó al ser humano a buscar formas de multiplicar la producción de sus cultivos, dando paso a la actualmente conocida como “Revolución Verde” a mediados del siglo XX (Camarena et al. 2014).

Los cereales cumplen con un importante aporte a la seguridad alimentaria del ser humano e históricamente son parte de la dieta y cultura de cada continente, siendo el maíz, originario de México, el más popular y producido junto al trigo y arroz. Fue precisamente enfocado en la producción de cereales, que el genetista y actualmente considerado padre de la agricultura, Norman Borlaug, basó el surgimiento de la “Revolución Verde” y, mediante su modificación genética, desarrolló y sembró en 1963, variedades que lograron rendimientos, adaptaciones, resistencia a enfermedades y calidad deseados, pero, así mismo, aumentó el uso de productos agroquímicos, la mecanización intensiva del suelo y el consumo de agua, aspectos que fueron cruciales para estos resultados (Martinez y Huerta 2018).

Las malezas representan un problema en la productividad de los cultivos, debido a que compiten con estos por nutrientes, agua, espacio y energía lumínica disponibles en el medio. Las malezas pueden elevar los costos de producción si no se lleva a cabo un control oportuno. El agricultor puede realizar prácticas de control indirectas (preventivos) o directas (curativas y culturales) para evitar el incremento y dispersión del banco de semillas (Moss 1998). El control químico de malezas mediante la aplicación de herbicidas es el tipo de control más común ya que proporciona resultados efectivos si se realiza de manera correcta (Peterson et al. 2010).

En comparación con otros sistemas productivos, el monocultivo imposibilita al suelo almacenar las cantidades necesarias de carbono cuando no tiene un aporte significativo y diferente tipo de materia orgánica, lo cual detrimenta las características de fertilidad; asimismo, se ha

demostrado que a pesar de que se realice la aplicación de fertilización mineral u orgánica, la pérdida de materia orgánica es progresiva independientemente del sistema de labranza implementado (Cabrera y Zuaznábar 2010).

Al igual que para el control de malezas, con el fin de que el cultivo exprese su máximo rendimiento, el uso de agroquímicos para promover la fertilidad del suelo, se ha convertido en una práctica imprescindible a lo largo del ciclo agrícola; sin embargo, la aplicación intensiva de estas sustancias, provoca un efecto de residualidad que puede llegar a ser fitotóxico para futuras siembras (Jiménez y Chavarría 1984) y, mortal para otros organismos presentes en el medio (Carrasco et al. 2012).

Los cultivos de cobertura son utilizados como un medio de aporte de carbono y nitrógeno al suelo y al cultivo principal, aportan a la descompactación del suelo, reducción de la lixiviación de nitratos residuales e interfieren en la emergencia de malezas. Cuando la materia vegetal del cultivo de cobertura es esparcida en la superficie del terreno, empieza su proceso de descomposición y los nutrientes almacenados en esta son liberados (Ruffo y Parsons 2004).

Cuando la especie a cultivar como cultivo de cobertura es una especie diferente a una leguminosa, el beneficio en el suelo se ve reflejado en la conservación de la cantidad de nitrógeno (N). Por otra parte, la utilización de una especie leguminosa suministra nitrógeno adicional, mediante un proceso de fijación simbiótica (Smith et al. 1987). La fijación biológica del nitrógeno difiere significativamente entre verano e invierno, siendo la primera estación, cuando ocurre mayor fijación y la segunda cuando existen las inferiores aportaciones (Sawchik 2001).

La labranza convencional consiste en el tratamiento del suelo con maquinaria pesada vinculada a dispositivos que lo invierten, mezclan y aflojan, facilitando las actividades de siembra. Debido a problemas causados por la erosión en el suelo provocada por la excesiva mecanización, surgieron sistemas de labranza denominados como: labranza reducida, conservacionista o vertical, los cuales hacen uso de dispositivos que remueven los primeros 15 a 20 centímetros de suelo, además

del sistema de siembra directa o labranza cero, donde el rastrojo del cultivo anterior se conserva en la superficie y el suelo no se disturba (Paruelo et al. 2005).

La agricultura regenerativa es un término que surge a partir de la necesidad de restaurar los servicios ecosistémicos, reduciendo al mínimo las intervenciones del ser humano, lo cual crea condiciones que permiten la rehabilitación de la biodiversidad funcional del suelo (LaCanne y Lundgren 2018). Los principios que engloba la agricultura regenerativa son: labranza cero, el uso de cobertura vegetal durante el barbecho, aplicación de enmiendas orgánicas y la rotación o asocio de cultivos. Con la aplicación de estos principios, el carbono orgánico provisto por la materia orgánica de los cultivos de cobertura, mejora la mayoría de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo relacionadas con su calidad, sustentabilidad y capacidad de producción (Martínez et al. 2008).

El presente estudio se enfocó en priorizar el concepto de agricultura regenerativa y sostenible mediante la aplicación de métodos y sistemas que reduzcan la degradación de los recursos, en el mismo lote experimental que fue evaluado por Barrios y Durón (2021), y Chavarría y Belloza (2022). Por consiguiente, los objetivos planteados fueron: evaluar el efecto de cobertura *Crotalaria juncea* L. y labranza cero y convencional sobre la incidencia de malezas en el maíz, evaluar las características físicas y químicas del suelo posterior a la incorporación de *Crotalaria juncea* L. y determinar el efecto del sistema de labranza y cobertura en el crecimiento y rendimiento de maíz.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Lote Experimental

El estudio se realizó desde el 31 de agosto del 2022 al 14 de junio del 2023, en el Lote denominado “Parcelas”, de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, localizada en el Valle del Yeguaré, Municipio San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, 30 km al este de Tegucigalpa, Honduras. Ubicada en la latitud  $14^{\circ}0'47.04''$  N y longitud  $87^{\circ}0'22.93''$  O, a 800 msnm (Figura 1), donde tuvo lugar una precipitación de 425.01 mm en la primera fase del experimento, desde el 31 de agosto al 9 de noviembre del 2022 y de 292.5 mm durante la segunda fase que inició 7 de febrero y culminó el 14 de junio del 2023; resultando en un volumen de precipitación total de 717.51mm (Figura 2).

### Figura 1

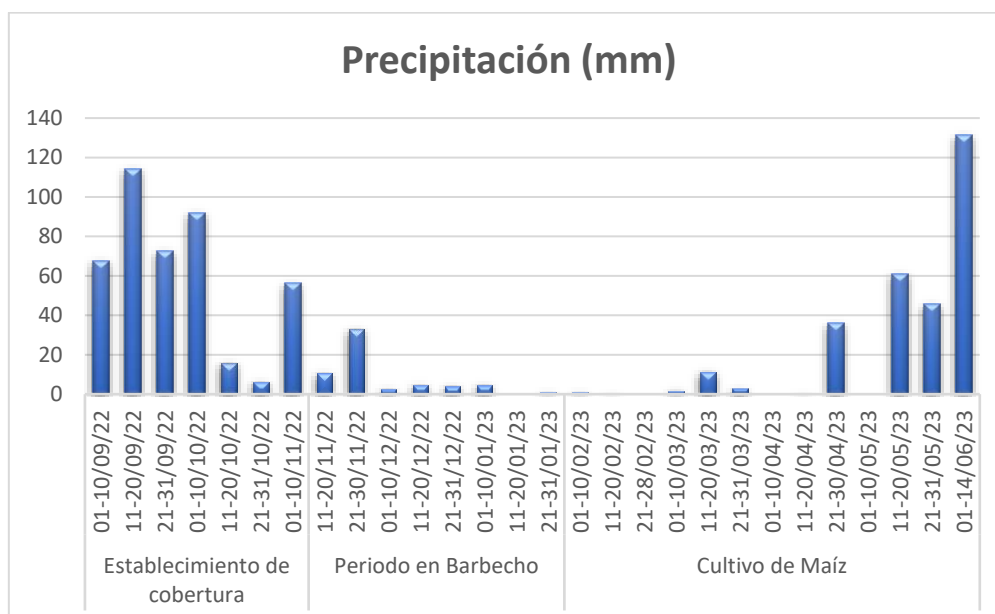
*Ubicación del experimento donde se evaluó el efecto de la *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza, sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz, Lote Parcela, EAP Zamorano, Honduras.*



*Nota.* Tomado de Google Earth Pro.

**Figura 2**

*Distribución de la precipitación durante la época de estudio, 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.*



Nota. Datos extraídos de la Estación Climatológica ATMOS.

### Descripción de los Tratamientos

En este estudio se evaluó la influencia de la especie leguminosa *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura, sobre el comportamiento de las características y propiedades del suelo, la supresión de malezas y desarrollo del cultivo de maíz.

Se utilizaron dos sistemas de labranza: labranza convencional y labranza cero, de los cuales partieron cuatro tratamientos: labranza cero con cobertura (LCE-C), labranza cero sin cobertura (LCE-S) (el cual fue considerado como tratamiento testigo), labranza convencional con cobertura (LCO-C) y labranza convencional sin cobertura (LCO-S) (Cuadro 1). En los tratamientos de labranza convencional se hizo un pase de rastra pesada marca Civemasa con discos dentados de 28 pulgadas de diámetro, para acondicionar el suelo antes de la siembra del maíz.

## Cuadro 1

*Descripción de los tratamientos en función del sistema de labranza y cultivo de cobertura Crotalaria juncea L. para determinar el efecto 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
LCE-C	Labranza Cero	Cobertura cortada sobre el suelo
LCE-S	Labranza Cero	Sin Cobertura
LCO-C	Labranza Convencional	Cobertura incorporada al suelo
LCO-S	Labranza Convencional	Sin Cobertura

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza mínima sin cobertura.

## Manejo de los Cultivos

El estudio contó con dos fases experimentales: la primera consistió en el establecimiento y desarrollo del cultivo de cobertura, desde el 31 de agosto al 09 de noviembre del 2022. El 29 de agosto se realizó la aplicación por aspersión de glifosato (RoundUp Max 68SG), a una dosis de 1kg de i.a. en 250 L de agua ha<sup>-1</sup>, con el fin de controlar malezas presentes en el lote y facilitar la siembra del cultivo de cobertura. La Crotalaria se sembró el 31 de agosto del 2022 en un sistema de doble hilera con separación de 25 cm, una distancia de 1.2 m de centro a centro, y un arreglo de 15 semillas por metro para obtener una densidad de siembra de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>. La Crotalaria presente en los tratamientos LCE-C y LCO-C se cortó manualmente con machete al momento de la floración, 68 días después de siembra (DDS) y se dejó dispersa uniformemente sobre el suelo.

La segunda fase del experimento estuvo enfocada en el establecimiento del cultivo de maíz, variedad Tuxpeño de polinización abierta. Se instaló un sistema de riego por goteo para suministrar humedad al cultivo, con una frecuencia de riego de dos veces por semana y una duración de dos horas diarias ya que la siembra ocurrió dentro de la época de invierno, que da paso a la temporada seca. El 04 de febrero del 2023 se aplicó glifosato (RoundUp Max 68SG) a una dosis de 1 kg i.a. ha<sup>-1</sup> con la finalidad de eliminar malezas presentes previo a la siembra. La siembra se realizó el 07 de febrero del 2023 a una densidad de 80,000 plantas ha<sup>-1</sup>, utilizando un arreglo de siembra con un espaciamiento entre hileras de 0.75 m y una distribución de 6 plantas m<sup>-1</sup>, lo cual resultó en 14 hileras por UE. Se

realizaron dos fertilizaciones para contribuir al desarrollo del cultivo: la primera aplicación, 10 DDS del maíz con una dosis de  $42.14 \text{ kg ha}^{-1}$  de fosfato diamónico (DAP) y la segunda 46 DDS con  $324 \text{ kg ha}^{-1}$  de Urea, lo que equivale a una dosis de (N-157, P-8.5  $\text{kg ha}^{-1}$ ). Cabe aclarar que las aplicaciones se realizaron con el fin de simular el escenario de un productor de maíz promedio en Honduras, el cual no se basa en un análisis de suelos previo para conocer requerimientos nutricionales; asimismo, se manejaron estas dosis para evitar enmascarar el efecto directo del cultivo de cobertura y la labranza.

### **Variables Determinadas**

#### ***En el Suelo***

##### **Condición Física y Materia Orgánica del Suelo.**

Se realizaron 36 cajuelas a los 90 DDS, 9 por tratamiento, 3 por cada UE, para conocer la condición física del suelo y materia orgánica (MO) en los tratamientos. Cada cajuela tuvo una dimensión de 0.50 m de ancho, 0.50 m de largo y 0.50 m de profundidad y se excavaron tres por cada UE. Se tomó como variables las características del perfil de suelo dentro de la profundidad efectiva, incluyendo: profundidad de raíces, resistencia a la penetración (RP), textura y color de los horizontes. La clasificación de textura se realizó mediante el método organoléptico (Thien 1979) y el color se caracterizó utilizando una Tabla Munsell (Arévalo y Gauggel 2020). Para estas dos últimas variables, se tomó en cuenta una cajuela de cada UE. Los datos se tomaron dentro de los primeros 30 cm de profundidad, realizando mediciones cada 10 cm y en cada nivel se recolectó una muestra para analizarla en laboratorio. Para determinar la RP, se utilizó el penetrómetro manual marca Wile, realizando tres mediciones por unidad experimental (UE), a las tres profundidades antes establecidas.

#### ***En el Laboratorio***

##### **Análisis Físico del Suelo.**

Las 36 muestras de suelo recolectadas en campo a los 90 DDS, fueron llevadas al Laboratorio de Suelos y Agua de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se extendieron en bandejas y se secaron a temperatura ambiente durante 72 horas. Se realizó un análisis de estabilidad de los agregados (EE) mediante el test de Slake con ayuda del kit de estabilidad de agregados, donde se

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; cada agregado se colocó en un porta muestra del kit y se pesó en seco con una balanza digital marca OHAUS Adventurer-Pro. Se sumergió cada agregado en una celda del kit con agua destilada por cinco minutos, para realizar una clasificación inicial de cero a tres, siendo cero la menor y tres la mayor estabilidad de acuerdo con la velocidad a la que se desmoronó la muestra. Posteriormente, aquellos agregados que se clasificaron en categoría tres, ascendieron en la escala de cuatro a seis al hacer cinco inmersiones en un intervalo de dos segundos. Finalmente, la porción de los agregados que quedó en el tamiz del porta agregado, se secó a 60°C en un horno marca Fisher Scientific Isotemp, modelo 630G, durante 48 horas. Una vez secos los agregados, se tomó su peso final, a partir del cual se estableció el porcentaje de pérdida de cada agregado en base a su peso inicial, y se calculó su posición en la escala de 1 a 6. Este proceso fue realizado dos veces ya que el kit de estabilidad de agregados permitió analizar hasta 18 muestras al tiempo.

Para determinar la densidad aparente (DAP) a los 90 DDS, se utilizó un anillo biselado con dimensiones de 7 cm de alto y 5.4 cm de diámetro, lo que equivale a un volumen de 160.32 cm<sup>3</sup>. Con el anillo se tomaron muestras de suelo de todas las cajuelas a la profundidad de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Suelos y Agua, donde se trasvasaron a sobres manilas y se secaron a 105°C por 72 horas en un horno marca Fisher Scientific Isotemp, modelo 630G. Por último, se pesó en una balanza marca OHAUS Scout-Pro para determinar la densidad aparente con una relación peso-volumen (Arévalo y Gauggel 2019).

#### **Análisis Químico del Suelo.**

A los 97 DDS, las 36 muestras de suelo que fueron colocadas en bandejas y secadas a temperatura ambiente previamente, se tamizaron y analizaron en el Laboratorio de Suelos y Agua. Se determinó el contenido de MO, pH y macronutrientes en el suelo a las profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm en cada UE.

Se analizó el pH con relación suelo-agua; 1:1 por el método AOAC 994.17 minerales (Vázquez 2017); los macronutrientes nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) por medio solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica (Eaton et al. 1998); el fósforo (P), fue analizado mediante solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría (Kuo 1996); y, para obtener el porcentaje de MO, se utilizó el método de Walkley & Black para suelos minerales no salinos (Walkley y Black 1934).

#### **Análisis de Tejido Vegetal.**

Cuando el maíz se encontró en etapa V12 (45 DDS), se tomó 10 hojas (2 por planta) al azar por cada UE en cada tratamiento y se llevaron al Laboratorio de Suelos y Agua para su análisis. Para el muestreo, se recolectó la tercera y cuarta que tuviera la lígula separada del tallo principal, partiendo desde la parte apical hacia la basal. Estas hojas son consideradas completamente desarrolladas pero recién formadas (Fertilab 2021). Una vez en laboratorio, las hojas se lavaron con agua potable, se sumergieron en agua destilada y se secaron con papel toalla para empacarlas en bolsas de papel manila. Cada bolsa se identificó y colocó en un horno para secado marca Shell Lab SGO3 a 78°C, por 24 horas. Posteriormente, se realizó la molienda de las muestras secas y se pesó 15 gramos de cada muestra para realizar los análisis.

Se analizó la cantidad de N, P, K, Ca y Mg y expresó en porcentaje. El N fue analizado por el método de Kjeldahl utilizando dos equipos: digestor FOSS Tecator y el 22 destilador Kjelttec 8100. El K, Ca y Mg, mediante digestión húmeda con H<sub>2</sub>SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, determinados por absorción atómica. El P se analizó por digestión húmeda con H<sub>2</sub>SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, determinado por espectrofotometría (colorimetría) (Da Silva 2009).

#### ***En los cultivos***

##### **Biomasa del Cultivo de Cobertura.**

A los 67 DDS, se realizó el muestreo de biomasa del cultivo de cobertura en los tratamientos LCE-C y LCO-C, tomando 10 muestras por cada uno. El muestreo se realizó siguiendo un patrón en forma de zig-zag y fue recolectada la biomasa aérea de *Crotalaria* correspondiente a lo que tuvo lugar

dentro de un cuadro de madera de 0.5×0.5 m. Se pesó cada muestra en el Laboratorio de Suelos y Agua utilizando una balanza digital marca OHAUS CS Series. Las muestras permanecieron durante seis días en un horno de secado marca Shell Lab SGO3 a 105°C y en un horno de secado marca Hemmert a 60°C. Pasados los seis días, se procedió a tomar el peso seco de cada muestra.

#### **Estimación Poblacional de Malezas.**

El muestreo se realizó en dos momentos, a los 15 y 45 DDS del maíz. Se contabilizaron las malezas en 2 puntos al azar de cada UE, utilizando un marco de madera de 0.5×0.5 m. Las malezas se clasificaron según género y especie. Para la identificación se utilizaron Guías de Identificación de Malezas (Muñoz et al. 1997). Dentro de las especies que fueron identificadas en cada muestreo (Anexo A y B), para la evaluación de resultados, se consideraron aquellas especies que estuvieron presentes en los cuatro tratamientos.

#### **Altura de la Planta.**

A los 60 DD se eligieron 50 plantas al azar por UE haciendo un recorrido en zig-zag, para luego medir su altura con una cinta métrica desde la base hasta la última hoja verdadera.

#### **Número de Hojas.**

Se realizó el conteo de las hojas completamente desarrolladas desde la parte basal hacia la apical, en 50 plantas consideradas en un recorrido en zig-zag en la UE, a los 60 DDS.

#### **Rendimiento de Grano.**

Para el cálculo de rendimiento de grano a los 100 DDS, se determinó un área de muestra que abarcó 4 hileras y 8 m de largo en cada una, tomando una muestra por UE. Se contabilizaron las plantas totales de cada hilera y como plantas útiles, se consideraron aquellas que presentasen una altura promedio a la observada en el tratamiento, buen color, vigor y desarrollo de mazorcas, además de caracterizarse por presentar un desarrollo acorde con el estado fisiológico correspondiente al ciclo del cultivo (R4-R6). Después, fue registrado el número de mazorcas útiles y tomada una mazorca representativa de la décima planta útil de cada hilera, es decir, la mazorca de mejor tamaño y estado. Finalmente, de las mazorcas útiles se hizo el conteo del número de hileras por mazorca y número de

granos por hilera; con esta información se calculó el número de granos por mazorca y el rendimiento de grano en  $\text{tn ha}^{-1}$  de cada tratamiento.

### **Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con un arreglo factorial  $2 \times 2$  en parcelas divididas, donde la parcela principal fue representada por el sistema de labranza y la subparcela, por el cultivo de cobertura, 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 subparcelas. El experimento se realizó en un área total de  $1400 \text{ m}^2$ , en la cual se distribuyeron los cuatro tratamientos con tres repeticiones en cada uno (Figura 3), para así tener un total de 12 unidades experimentales (UE) de  $10.5 \text{ m}$  de ancho y  $11.1 \text{ m}$  de largo, lo que resulta en un área aproximada de  $116.7 \text{ m}^2$  por cada una. La evaluación de las variables se realizó dejando  $2 \text{ metros}$  de distancia de las delimitaciones de la UE para evitar efecto borde.

### Figura 3

*Proyección de la distribución de los tratamientos en el lote del experimento 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.*



Nota. Tomado de Google Earth Pro.

### Análisis Estadístico

Las variables fueron analizadas utilizando el paquete estadístico JASP 0.16.2.0., mediante un análisis de varianza ANDEVA con un test de homocedasticidad de Levene y la comparación de medias se realizó con la prueba de significancia Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## Resultados y Discusión

### Análisis Químico del Suelo a los 90 Días Después de Siembra (DDS)

De acuerdo con los resultados del análisis químico de las muestras de suelo, realizado a los 97 DDS (Cuadro 2), la disponibilidad de N no fue afectada por el sistema de labranza o cobertura. Excepto por el tratamiento LCE-S, donde la disponibilidad fue ligeramente baja, en todos los tratamientos, el N se encuentra dentro del rango de disponibilidad 0.1-0.2% (Anexo G). El porcentaje de N disponible en los tratamientos LCO-S y LCE-C, puede estar relacionado con el elevado contenido de MO en estos, con respecto a los tratamientos LCO-C y LCE-S (Cuadro 3). En conformidad con lo descrito por Trinidad (2016), el incremento de MO en el suelo es directamente proporcional al incremento de N; asimismo, señala que el aporte de 1% de MO se traduce en 17.4 kg de N por hectárea. El aporte de MO en el tratamiento LCE-C, hipotéticamente, representaría 46.28 kg de N por hectárea dentro de los primeros 10 cm.

El efecto de la interacción del sistema de labranza con la cobertura se reflejó en la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de la disponibilidad de P en el suelo entre tratamientos. Para los tratamientos LCO-S y LCE-C, el P estuvo sobre el rango de disponibilidad de 13-30 mg kg<sup>-1</sup> (Anexo G); en el tratamiento LCO-C se encuentra dentro de la normalidad y en el tratamiento LCE-S es bajo. Las dosis de P, aportadas por materia orgánica, suelen provocar un efecto de residualidad cuando superan la necesidad del cultivo, residualidad que puede ser aprovechada en ciclos posteriores (Álvarez y Gutiérrez 2016); es entonces que, la alta disponibilidad de P en LCO-S y LCE-C puede corresponder al efecto de residualidad. Además, suelos deficientes de P, conducen al bajo aprovechamiento de NO<sub>3</sub> en del suelo, forma disponible de N para la planta (Munera y Meza 2014) (Anexo I). El ortofosfato, forma química disponible y altamente reactiva del P es sumamente demandado por la biota edáfica, en consecuencia, su solución en el suelo se reduce rápidamente. En suelos donde el fósforo proveniente del intemperismo del material parental no abastece el suministro necesario, los residuos orgánicos pasan a ser la principal fuente de P disponible (Tapia y García 2013); lo que nos indica la relación proporcional de disponibilidad de MO (Cuadro 3), con la disponibilidad de P en los

tratamientos. No se evidenció un efecto significativo en la disponibilidad de K y Ca bajo el efecto de los sistemas de labranza y cobertura, todos los tratamientos cuentan con niveles altos, superando los rangos de disponibilidad de 3-5% para el K y 55-70% para el Ca (Anexo G). El sistema de labranza en interacción con la cobertura afectó significativamente la disponibilidad de Mg entre tratamientos, disponibilidad que se encontró por debajo del rango de 15–20% en cada uno (Anexo G), posiblemente debido a la alta disponibilidad de K, elemento que presenta antagonismo con el Mg (Fernández y Álvarez 2015). La disponibilidad de Na en el suelo tuvo una respuesta significativa ( $p < 0.05$ ) al factor cobertura, observándose que, en los tratamientos con cobertura, la disponibilidad fue menor que en los tratamientos sin cobertura; en ambos, el Na se clasifica dentro de lo normal ya que está por debajo del 5% (Anexo G). La cobertura vegetal estabiliza el drenaje natural y reduce la velocidad de meteorización de minerales del suelo lo cual evita que aguas cargadas de sales, salinicen los horizontes edáficos (Quispe et al. 2020).

El pH no fue afectado por los factores evaluados. En cada tratamiento está por debajo del rango óptimo 6-7 (Anexo G), entrando en la clasificación de ligeramente ácido de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 (Norma NOM-021-RECNAT-2000), lo cual disminuye la disponibilidad de fósforo y magnesio para las plantas; sin embargo, dentro de un suelo con pH de 5.5-8, el maíz puede ser cultivado y presentar resultados favorables (Fuentes 2002).

## Cuadro 2

*Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre la caracterización química del suelo a los 90 días después de la siembra del maíz.*

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Na	pH
	$\text{g } 100\text{g}^{-1}$	$\text{mg kg}^{-1}$					
Labranza x cobertura							
LCO-C	0.098	16.56 b	9.68	77.77	11.62 a	0.923	5.92
LCO-S	0.109	52.11 a	9.50	78.74	10.77 b	0.980	5.99
LCE-C	0.111	33.44 ab	9.78	78.49	10.84 ab	0.890	5.91
LCE-S	0.088	11.00 b	8.54	78.87	11.45 a	1.142	5.72
Valor <i>p</i>	0.049	0.006	0.406	0.682	0.011	0.105	0.103
CV (%)	25.6	116.2	20.0	2.7	7.7	19.8	4.2
Labranza							
Convencional	0.104	34.34	9.59	78.26	11.19	0.952	5.96
Cero	0.099	22.22	9.16	78.68	11.15	1.016	5.82

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Na	pH
	g 100g <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	% Saturación de bases				-
Valor <i>p</i>	0.648	0.233	0.492	0.549	0.844	0.280	0.083
Cobertura							
Con	0.105	25.00	9.73	78.13	11.23	0.907 a	5.92
Sin	0.099	31.56	9.02	78.81	11.11	1.061 b	5.86
Valor <i>p</i>	0.474	0.515	0.267	0.353	0.666	0.013	0.446

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. N: nitrógeno, P: fósforo, K: potasio, Ca: calcio, Mg: magnesio, Na: sodio. Medias con letra diferente en la variable indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), según prueba Tukey. CV (%) Coeficiente de variación.

### Condición Física y Materia Orgánica en el Suelo a los 90 Días Después de Siembra (DDS)

A los 90 DDS se evaluó la condición física y MO del suelo (Cuadro 3). Los resultados mostraron que el sistema de labranza y la cobertura, así como la interacción entre estos dos factores no tuvieron ningún efecto sobre la EE en alguna de las profundidades evaluadas. De acuerdo con la escala utilizada en la metodología realizada por Herrick et al. (2001), los valores obtenidos en el presente estudio son óptimos. El menor valor, 4.89 (en escala de 1 a 6), que indica un bajo riesgo de variabilidad estructural (Fernández et al. 2016) y menor susceptibilidad a procesos erosivos, se encuentra en el tratamiento LCO-S a una profundidad de 20-30 cm. La EE de los agregados del suelo, se entiende como la resistencia de estos a deshacerse en presencia de humedad e independientemente de la frecuencia de mecanización aplicada; esta resistencia, además, está sujeta a los tipos y cantidades de arcilla y MO presentes en el suelo (Violic 1989).

A la profundidad de 0-10 cm, el sistema de labranza afectó significativamente la DAP del suelo, siendo mayor en la labranza cero que en la labranza convencional, asimismo el factor cobertura tuvo un efecto significativo en esta variable, dentro de 0-10 cm y 10-20 cm, donde se observó que la DAP fue mayor en los tratamientos con cobertura. En la profundidad de 20-30 cm, los resultados señalan que la DAP entre tratamientos difiere significativamente, por efecto de la interacción del sistema de labranza con la cobertura. Ningún valor obtenido dentro de los cuatro tratamientos, a diferentes profundidades, sobrepasó el nivel crítico de 1.39 g cm<sup>-3</sup> (Espinoza et al. 2018). Cuando la DAP es alta, la compactación del suelo también y la retención e infiltración de agua se reducen, comprometiendo el desarrollo radicular (Romero et al. 2015).

El sistema de labranza afectó la RP del suelo a la profundidad de 10-20 cm y 20-30 cm, observándose mayor RP en el sistema de la labranza convencional que en labranza cero. Suelos sometidos a menos disturbio tienden a presentar mayor contenido de humedad en estratos inferiores (Bravo et al. 2000), esta humedad influye en el nivel de compactación del suelo (Kirsch 2010). De acuerdo con Bengough et al. (2011), el límite de resistencia para el desarrollo normal de las raíces es 2MPa, lo que equivale a 20.39 kg cm<sup>-2</sup>. Se pudo apreciar que la labranza convencional a 20-30 cm de profundidad presenta la RP más alta, con 16.45 kg cm<sup>-2</sup>, no obstante, es indicador de buenas condiciones de crecimiento radicular.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Ramírez et al. (2006), quienes señalan que a pesar de que la DAP, y, con ello la resistencia a la penetración RP por compactación, se eleven, factores biológicos y ambientales permiten el intercambio de gases y flujo hídrico adecuado. Al igual que en los resultados obtenidos por Pinto et al. (2016), la RP se incrementó a medida que se profundizó en el perfil del suelo, sin considerar el sistema de labranza.

El porcentaje de MO en el suelo no se vio afectado por los factores evaluados; sin embargo, los resultados obtenidos pueden considerarse bajos a la profundidad de 20-30 cm, mientras que valores altos, es decir sobre 2.40% (Alvarez et al. 2002), solamente se encontraron a la profundidad 0-10 cm. Debido a que el peso de la MO es menor que el mismo volumen de esta en sólidos minerales, la mayor cantidad MO en la capa superficial hace que tenga menor densidad que las capas inferiores (Romero et al. 2015).

A modo de comparación de los resultados del Cuadro 3, con los obtenidos por Barrios y Durón (2021) y, Chavarría y Belloza (2022), existe un incremento mínimo en la EE, en los tratamientos en general, a cada profundidad. La DAP es mayor con respecto al segundo año experimental, proporcionalmente al aumento visto en el segundo año en comparación con el primero. La RP se elevó drásticamente; tomando como ejemplo al valor del tratamiento LCO-C a 20-30 cm de profundidad del año actual, que presenta la RP más elevada, con 18.08 kg cm<sup>-2</sup>, en el segundo año presentó un valor

de  $1.90 \text{ kg cm}^{-2}$ . Finalmente, el porcentaje de MO tuvo una ligera reducción en los tratamientos sin cobertura, con respecto al segundo año.

### Cuadro 3

*Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre la caracterización física del suelo a los 90 días después de siembra del maíz.*

TRT	0-10 cm				10-20 cm				20-30 cm			
	EE	DAP	RP	MO	EE	DAP	RP	MO	EE	DAP	RP	MO
Labranza x cobertura												
LCO-C	5.76	1.18	9.76	2.43	5.76	1.28	14.73	1.80	5.51	1.27 a	18.09	1.70
LCO-S	5.46	1.15	7.62	2.42	5.65	1.19	13.71	2.09	4.89	1.32 a	14.10	2.03
LCE-C	5.37	1.39	9.05	2.66	5.28	1.34	10.86	2.13	5.06	1.32 a	11.91	2.09
LCE-S	5.30	1.18	7.77	1.75	5.40	1.17	10.08	1.92	5.17	1.16 b	12.77	1.69
Valor <i>p</i>	0.63	0.08	0.64	0.20	0.53	0.30	0.91	0.42	0.17	0.03	0.06	0.23
CV (%)	7.0	10.6	33.2	25.5	5.6	11.8	28.0	22.7	8.5	13.5	30.3	24.7
Labranza												
Convencional	5.61	1.17 b	8.69	2.43	5.71	1.24	14.22 a	1.95	5.20	1.29	16.45 a	1.87
Cero	5.34	1.29 a	8.41	2.21	5.34	1.26	10.47 b	2.03	5.12	1.24	12.34 b	1.89
Valor <i>p</i>	0.27	0.02	0.77	0.52	0.08	0.70	<0.001	0.78	0.75	0.27	0.005	0.93
Cobertura												
Con	5.57	1.29 a	9.41	2.55	5.52	1.31 a	12.79	1.97	5.29	1.30	14.99	1.89
Sin	5.38	1.17 b	7.69	2.09	5.53	1.18 b	11.89	2.01	5.03	1.24	13.43	1.86
Valor <i>p</i>	0.44	0.02	0.08	0.20	0.97	0.002	0.37	0.90	0.34	0.24	0.22	0.91

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. Variables: EE:

Estabilidad estructural (escala de 1 a 6), DAP: Densidad Aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ ), RP: Resistencia a la penetración ( $\text{kg cm}^{-2}$ ), MO: Materia Orgánica (%). Medias con letra diferente indican en la variable diferencia significativa para valor ( $p \leq 0.05$ ), según prueba Tukey. CV (%) Coeficiente de variación.

### **Análisis Químico del Tejido Foliar a los 45 Días Después de Siembra (DDS)**

Los resultados del análisis químico del tejido vegetal del maíz, realizado a los 45 días después de siembra (Cuadro 4) mostraron que el sistema de labranza afectó la absorción de nitrógeno (N), observándose una absorción significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos con labranza convencional, con respecto a los tratamientos con labranza cero. Asimismo, la absorción de N fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos con cobertura, que en los tratamientos sin cobertura. Dentro de los rangos establecidos por Jones (1998), de acuerdo con la etapa en la que se encontraba el cultivo al momento del muestreo, el nitrógeno estuvo por debajo del rango de suficiencia de 3.0-5.0% en todos los tratamientos (Anexo H). El nitrógeno es fundamental para sintetizar clorofila en las hojas, y cantidades óptimas de nitrógeno producen hojas de un pigmento verde oscuro con elevadas concentraciones de clorofila, necesarias para el proceso de fotosíntesis (Rincón y Ligarreto 2010).

La interacción del sistema de labranza con el factor cobertura afectó la absorción de fósforo (P) en el suelo, mostrando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos. La absorción de P en LCE-C fue la mayor y el resto de los tratamientos reflejó una disponibilidad estadísticamente igual. La mayor absorción de P se reflejó en los tratamientos con labranza cero, cuyos valores se encuentran dentro de lo normal en el rango de suficiencia de 0.25-0.45% (Anexo H), y se diferenciaron significativamente ( $p < 0.05$ ) de los tratamientos con labranza convencional, los cuales estuvieron por debajo del rango mencionado. El factor cobertura afectó la disponibilidad de P, siendo mayor significativamente ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos con cobertura, con respecto a los que no la tuvieron. La absorción de potasio (K) en los tratamientos con labranza convencional estuvo dentro de la normalidad 2.0-2.5% (Anexo H), difiriendo significativamente ( $p < 0.05$ ) de los tratamientos con labranza cero, los cuales se encuentran ligeramente por debajo del rango. El fósforo, al igual que el potasio, son elementos poco móviles y se transportan hacia la raíz por difusión (Uhart y Echeverría 1998). La deficiencia de estos en esta etapa del cultivo puede

deberse a que las raíces no se han desarrollado lo suficiente para alcanzar el punto de provisión en el suelo (Bray 1954).

Todos los tratamientos se encontraron dentro del rango óptimo de absorción de calcio (Ca) de 0.25-0.5% (Anexo H) y los sistemas utilizados no tuvieron efecto alguno sobre este elemento. El factor cobertura afectó la absorción de Mg, siendo los tratamientos con cobertura, los cuales se encontraron dentro de la normalidad de absorción en el rango de 0.13-0.30% (Anexo H), difiriendo significativamente ( $p < 0.05$ ) de los tratamientos sin cobertura, los cuales estuvieron por debajo del rango de absorción.

El rendimiento del cultivo puede reflejarse en el estado nutricional del tejido foliar y de acuerdo con el grado de concentración de cierto elemento, es posible reconocer su deficiencia a nivel de campo (Osorio 2012), poniendo así como ejemplo al potasio, fósforo y magnesio, cuyas deficiencias no fueron visibles debido a que están cerca del rango de suficiencia.

#### Cuadro 4

*Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre nutrientes en el tejido foliar del maíz a los 45 días después de siembra.*

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	g 100g <sup>-1</sup>				
Labranza x cobertura					
LCO-C	2.197	0.223 b	2.120	0.377	0.130
LCO-S	1.893	0.223 b	2.053	0.343	0.107
LCE-C	1.163	0.373 a	1.963	0.320	0.163
LCE-S	1.123	0.247 b	1.890	0.347	0.120
Valor <i>p</i>	0.061	0.001	0.939	0.438	0.376
CV (%)	30.9	25.5	5.5	16.8	20.7
Labranza					
Convencional	2.045 a	0.223 b	2.087 a	0.360	0.119
Cero	1.143 b	0.310 a	1.927 b	0.334	0.142
Valor <i>p</i>	<0.001	<0.001	0.005	0.489	0.060
Cobertura					
Con	1.680 a	0.298 a	2.042	0.349	0.147 a
Sin	1.508 b	0.235 b	1.972	0.345	0.114 b
Valor <i>p</i>	0.022	0.001	0.133	0.930	0.014

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. N: nitrógeno, P: fósforo, K: potasio, Ca: calcio, Mg: magnesio. Medias con letra diferente en la variable indican diferencia significativa para valor ( $p \leq 0.05$ ), según prueba Tukey. CV (%) Coeficiente de variación.

### Biomasa del Cultivo de Cobertura a los 67 Días Después de Siembra (DDS)

El rendimiento en toneladas por hectárea de *Crotalaria* (Cuadro 5), no presentó diferencias significativas entre tratamientos, tanto para el valor en biomasa como materia fresca, como para la biomasa como materia seca. *Crotalaria* es una leguminosa de tipo anual y ciclo corto, adaptable a condiciones de escasa humedad en el suelo. Se estima que llega a aportar más de 18.36 kg de N ha<sup>-1</sup> en un ciclo (Devi et al. 2013). En un estudio llevado a cabo por Velado (2020), en el mismo lote del presente experimento, se reportaron rendimientos de 15 t ha<sup>-1</sup> con una densidad de siembra de 166,660 plantas ha<sup>-1</sup> (menor a la del presente estudio) a pesar de ello, el rendimiento de materia seca, con respecto a la materia fresca, fue invariable.

El principal factor que pudo haber influido negativamente en el rendimiento de biomasa es que el cultivo se estableció y desarrolló en época de días cortos. La *Crotalaria*, dentro de su fase vegetativa necesita días largos para expresar mayor altura de la planta y esto, finalmente es proporcional al rendimiento de biomasa por unidad de área (Tripathi et al. 2013).

#### Cuadro 5

*Efecto de dos sistemas de labranza sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de cobertura Crotalaria juncea L. expresado como materia fresca y materia seca, a los 67 días después de siembra.*

Tratamiento	Materia Fresca (t ha <sup>-1</sup> )	Materia Seca (t ha <sup>-1</sup> )
LCO-C	2.090	0.541
LCE-C	1.911	0.485
Valor <i>p</i>	0.754	0.692

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura.

### Altura de Planta y Número de Hojas a los 60 Días Después de Siembra (DDS), y Profundidad de Raíces del cultivo de maíz a los 90 Días Después de Siembra (DDS)

En conformidad con los hallazgos presentados en el Cuadro 6, la interacción del sistema de labranza con el factor cobertura influyó en la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de altura de planta entre los tratamientos. En el tratamiento LCO-C se observó la menor altura, sin embargo, fue estadísticamente igual

al tratamiento LCE-C. La altura de planta alcanzada en el tratamiento LCE-S fue la mayor, con 208.14 cm, presentando diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) respecto al tratamiento LCE-S, donde se observó la segunda mayor altura. La altura en todos los tratamientos 60 DDS de acuerdo con las características agronómicas de la variedad, se encuentra dentro del rango normal de 140-250 cm (Cruz 2017).

El sistema de labranza convencional permitió el desarrollo de una mayor altura, significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) a los tratamientos de labranza cero, resultados que concuerdan con los obtenidos por Jaramillo (2017), quien evaluó la altura de la planta de maíz bajo cuatro sistemas de labranza. Se pudo apreciar un promedio de altura significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos sin cobertura con respecto a los tratamientos con cobertura. Atribuimos esto, a la alta DAP del suelo (Cuadro 3) e incidencia de malezas (Cuadro 7 y 8).

De acuerdo con el estudio de Endicott et al. (2015), la altura de la planta está relacionada con el número de hojas expuestas. La relación entre la altura de la planta y el número de hojas por planta puede variar dependiendo la genética de la variedad de maíz que se use, sin embargo, generalmente se observan correlaciones positivas entre estas variables, tal y como en los resultados de los muestreos evaluados.

El sistema de labranza tuvo un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la profundidad de raíces. Los resultados de menor longitud de raíces obtenidos en los tratamientos de labranza cero con respecto a los tratamientos de labranza convencional, concuerdan con los resultados obtenidos en el estudio de Bravo y Andreu (2011), quienes señalan que la distribución y extensión del sistema radicular, puede verse obstaculizado por cierta restricción física o concentrarse en los primeros centímetros del suelo por una mayor acumulación de nutrientes.

La mayor longitud radicular se observó en el sistema de labranza convencional, resultado que podría deberse a su relación con el estado de la DAP del suelo (Cuadro 3). A mayor laboreo, la DAP se reduce y se prestará un mejor ambiente para la mayor profundización de las raíces (Wasaya et al. 2017).

**Cuadro 6**

*Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre la altura y número de hojas por planta de maíz a los 60 días después de siembra, y profundidad de raíces de la planta de maíz, los 90 días después de siembra.*

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Hojas por planta	Profundidad de raíces (cm)
	60 DDS	60 DDS	90 DDS
<b>Labranza x cobertura</b>			
LCO-C	173.42 c	11.77 c	44.20
LCO-S	208.14 a	13.14 a	47.17
LCE-C	174.29 c	11.76 c	33.47
LCE-S	182.87 b	12.13 b	32.97
Valor <i>p</i>	<0.001	<0.001	0.054
CV (%)	17.7	12.6	17
<b>Labranza</b>			
Convencional	190.78 a	12.46 a	45.68 a
Cero	178.58 b	11.95 b	33.22 b
Valor <i>p</i>	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Cobertura</b>			
Con	173.85 b	11.77 b	38.83
Sin	195.50 a	12.64 a	40.07
Valor <i>p</i>	<0.001	<0.001	0.148

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. DDS: Días después de siembra. Medias con letra diferente en la variable indican diferencia significativa para valor ( $p \leq 0.05$ ), según prueba Tukey. CV (%) Coeficiente de variación.

### **Efecto del Sistema de Labranza y Cultivo de Cobertura sobre la Población de Malezas a los 15 y 45 Días Después de Siembra (DDS)**

El primer muestreo de malezas fue realizado a los 15 DDS (Cuadro 7). Los resultados obtenidos muestran que el factor labranza influyó en la supresión de *Echinochloa colona* y *Sclerocarpus phyllocephalus*. Se observó que la población de *E. colona* fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos de labranza cero y el comportamiento de *S. phyllocephalus* fue inverso. Asimismo, el factor cobertura afectó la presencia de *Cyperus Rotundus*, *E. colona* y *S. phyllocephalus*. La población de *C. rotundus* y *E. colona* fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos sin cobertura, comportamiento opuesto al de *S. phyllocephalus*, cuya población fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos con cobertura.

En el segundo muestreo 45 DDS (Cuadro 8), la interacción del sistema de labranza con la cobertura provocó una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la población de *E. Colona* entre tratamientos, donde se pudo observar que la población de esta especie fue menor en el tratamiento LCE-C. El sistema de labranza afectó la incidencia de *C. Rotundus* y *S. phyllocephalus*, puesto que la población de *C. Rotundus* fue menor significativamente ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos con labranza cero, con respecto a los tratamientos con labranza convencional, por el contrario, la población de *S. phyllocephalus* fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos de labranza convencional. El factor cobertura afectó significativamente ( $p < 0.05$ ) la incidencia de *C. Rotundus*, cuya población fue menor en los tratamientos sin cobertura.

*C. Rotundus* y *E. colona* presentan una tasa fotosintética C4, por lo tanto necesitan condiciones de alta luminosidad para desarrollarse (Rodríguez y Lazo 2018), y representar competitividad con el cultivo principal, condiciones que fueron provistas en los tratamientos con labranza convencional, ya que la mecanización aplicada, pudo haber ocasionado la diseminación de las estructuras vegetativas con potencial de propagación de las especies mencionadas, dejándolas en las capas superficiales del suelo.

El sistema de labranza cero favorece una mayor proporción de semillas anuales en la superficie del suelo como *R. cochinchinensis*, suprime la presencia de malezas perennes como *C. Rotundus* y a lo largo del tiempo puede reducir la incidencia de latifoliadas anuales, exceptuando asteráceas como *S. phyllocephalus*, cuya diseminación es por viento (Armas 2018), tal y como se pudo apreciar en el efecto de este sistema de labranza en el primer y segundo muestreo.

**Cuadro 7**

*Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre las poblaciones de malezas a los 15 días después de la siembra de maíz expresadas en número de plantas por metro cuadrado.*

Tratamiento	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>
Labranza x cobertura				
LCO-C	5.67	12.33	0.83	2.17
LCO-S	1.83	2.67	0.33	3.33
LCE-C	2.50	1.00	5.00	4.33
LCE-S	0.17	0.50	0.17	13.33
Valor <i>p</i>	0.599	0.051	0.133	0.119
CV (%)	149.5	170.6	237.0	122.8
Labranza				
Convencional	3.75	7.50 a	0.58	2.75 b
Cero	1.34	0.75 b	2.58	8.83 a
Valor <i>p</i>	0.101	0.006	0.163	0.020
Cobertura				
Con	4.09 a	6.67 a	2.92	3.25 b
Sin	1.00 b	1.59 b	0.25	8.33 a
Valor <i>p</i>	0.040	0.032	0.068	0.047

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. Medias con letra diferente en la variable indican diferencia significativa para valor ( $p \leq 0.05$ ), según prueba Tukey. CV (%) Coeficiente de variación.

**Cuadro 8**

*Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre las poblaciones de malezas a los 45 días después de la siembra de maíz expresadas en número de plantas por metro cuadrado.*

Tratamiento	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>
Labranza x cobertura				
LCO-C	7.50	12.83 a	1.67	3.17
LCO-S	3.00	2.67 b	0.17	2.67
LCE-C	1.17	1.50 b	12.50	8.00
LCE-S	0.33	5.33 ab	3.83	15.67
Valor <i>p</i>	0.132	0.026	0.464	0.321
CV (%)	129.7	143.6	264.3	143.7
Labranza				
Convencional	5.25 a	7.75	0.92	2.92 b
Cero	0.75 b	3.42	8.17	11.83 a
Valor <i>p</i>	<0.001	0.151	0.147	0.031

Tratamiento	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>
Cobertura				
Con	4.34 a	7.17	7.08	5.58
Sin	1.67 b	4.00	2.00	9.17
Valor <i>p</i>	0.033	0.288	0.302	0.382

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. Medias con letra diferente en la variable indican diferencia significativa para valor ( $p \leq 0.05$ ), según prueba Tukey. CV (%) Coeficiente de variación, ns no significativo ( $p > 0.05$ ), \*Significativo ( $p \leq 0.05$ ).

### Rendimiento de Grano a los 100 Días Después de Siembra (DDS)

A los 100 DDS, se evaluaron características biométricas de la planta, a partir de las cuales se valoraron las de la mazorca para calcular en rendimiento del maíz (Cuadro 11). La interacción del sistema de labranza con el factor cobertura influyó en la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) del número de plantas por hectárea entre tratamientos. El tratamiento LCE-C presentó una media de 43,323 plantas por hectárea, siendo significativamente menor en comparación con los otros tratamientos evaluados. El número de plantas por hectárea fue mayor significativamente ( $p < 0.05$ ) bajo el sistema de labranza convencional respecto a la labranza cero. Dentro de los tratamientos con cobertura, la densidad de plantas fue menor significativamente ( $p < 0.05$ ) en comparación con los tratamientos sin cobertura.

Entre los factores más importantes que afectan negativamente la producción de cultivos tenemos a la DAP, la cual influye en la densidad de plantas que pueda existir en una producción, esto se debe a que, a valores altos de DAP, hay mayor incidencia de capas duras o compactadas en el tratamiento evaluado, lo cual limita el crecimiento radicular de los cultivos (Ishaq et al. 2001). La compactación del suelo, además, resulta en una menor absorción de nutrientes y agua (Motavalli et al. 2003), limitando así el desarrollo y la densidad de plantas por hectárea. Suelos con valores altos de densidad aparente (DAP) determinan un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, debido a la poca aireación y una baja infiltración del agua en el suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 2009).

La interacción del sistema de labranza con la cobertura, al igual que el factor de cobertura, influyó significativamente ( $p < 0.05$ ) en el número de plantas útiles por hectárea. Se observó que en el sistema de labranza cero respecto al convencional se presentó un valor significativamente bajo, resultando en 31,312 plantas útiles por hectárea, lo cual también se ve reflejado en los tratamientos, donde LCE-C y LCE-S fueron significativamente menores ( $p < 0.05$ ) respecto a los tratamientos de labranza convencional, siendo el tratamiento LCE-C, donde se obtuvo la menor densidad, con 27,771 plantas útiles por hectárea.

El número de plantas útiles se ve afectado por varios factores, además de la disponibilidad de nutrientes que se puede ver limitada por altos valores de resistencia a la penetración del suelo, también está la competencia de malezas. El resultado de los muestreos de malezas (Cuadros 7 y 8) demostró que *R. cochinchinensis* es la maleza más incidente en el tratamiento LCE-C, lo cual probablemente afectó el desarrollo de las plantas haciendo que el número de plantas útiles se vea reducido. *R. cochinchinensis* es una especie altamente competitiva y llega a ocasionar varios impactos perjudiciales en el cultivo de maíz, como la reducción de longitud de mazorca, el número de granos por mazorca y el rendimiento de grano del cultivo de maíz (Liu et al. 2016).

Se apreció que el sistema de labranza en relación con el factor cobertura, provocó una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el número de mazorcas útiles por hectárea entre tratamientos. El tratamiento LCE-C precisó una media de 33,042 mazorcas útiles por hectárea, valor significativamente menor respecto a los demás tratamientos, sin embargo, en los factores de labranza y cobertura no se observaron diferencias significativas. Se pueden formar dos mazorcas útiles por planta bajo condiciones nutricionales y de suelo. óptimos para la planta, sin embargo, en los resultados obtenidos, el desarrollo de mazorcas útiles se vio afectado por la deficiente absorción de nutrientes de la planta debido a la competencia con las malezas presentes en campo (Cuadro 7 y 8), la alta RP y DAP presentados en el tratamiento (Cuadro 3). En el análisis de tejido vegetal, se encontró una baja absorción de N y K (Cuadro 4), lo que probablemente tuvo influencia negativa sobre el desarrollo de la mazorca. En resultados de la

investigación sobre la bioquímica de la adquisición de N en las plantas, realizada por Hirel et al. (2011), se menciona que la deficiencia de N puede reducir el tamaño y el número de mazorcas, mientras que la deficiencia de P y K puede limitar el llenado de granos y la calidad de las mazorcas.

El factor cobertura tuvo efecto en el rendimiento de grano expresado en  $t\ ha^{-1}$ , puesto que la inclusión de cobertura mostró una tendencia significativamente negativa en el rendimiento, con respecto a los tratamientos donde no fue incluida. Las funciones que cumplen los cultivos de cobertura son diversas y la probabilidad de éxito de esta técnica va a depender otros factores que pueden limitar la producción (Cazorla et al. 2013). En este caso el rendimiento deficiente de biomasa de la *Crotalaria* (Cuadro 5) pudo ser el factor que limitó su eficiencia como cultivo de cobertura y efecto sobre el rendimiento de grano.

### Cuadro 9

*Efecto de Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre el número de plantas, plantas y mazorcas útiles por hectárea; número de hileras por mazorca, granos por hilera y granos por mazorca; y, rendimiento de grano expresado en toneladas por hectárea, 100 días después de siembra.*

TRT	Plantas por hectárea	Plantas útiles por hectárea	Mazorcas útiles por hectárea	Granos por mazorca	Rendimiento de grano ( $t\ ha^{-1}$ )
L x C					
LCO-C	53875 a	44017 a	45635 a	349	4.58
LCO-S	58458 a	41517 a	40354 a	344	5.21
LCE-C	43323 b	27771 c	33042 b	317	3.56
LCE-S	55403 a	34852 b	44688 a	375	5.63
Valor <i>p</i>	<0.001	<0.001	0.005	0.659	0.060
CV (%)	16.2	25.7	24.4	31.7	42.4
Labranza					
Convencional	56167 a	42767 a	42995	347	4.90
Cero	49363 b	31312 b	38865	346	4.60
Valor <i>p</i>	<0.001	<0.001	0.115	0.990	0.589
Cobertura					
Con	48599 b	35894	39339	331	4.07 b
Sin	56931 a	38185	42521	362	5.42 a
Valor <i>p</i>	<0.001	0.283	0.222	0.426	0.018

Nota. L x C: Labranza por cobertura. Tratamientos (TRT): LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. Medias con letra diferente en la variable, indican diferencia significativa para valor ( $p \leq 0.05$ ), según prueba Tukey. CV (%) Coeficiente de variación.

### Conclusiones

En el presente año de estudio, bajo el sistema de labranza cero, se observó el efecto de supresión sobre las malezas *Cyperus rotundus* y *Echinochloa colona*, consideradas como las más dominantes.

El efecto de la labranza cero y la cobertura no tuvo efecto sobre las características físicas y químicas del suelo. Sin embargo, la labranza cero mejoró la resistencia a la penetración, siendo menor respecto al sistema de labranza convencional, en la profundidad de 10 a 30 cm.

El rendimiento del maíz no difirió bajo los sistemas de labranza evaluados, por lo tanto, la mecanización del suelo no representa una actividad indispensable para optimizar el rendimiento.

### Recomendaciones

Evaluar el establecimiento del cultivo de cobertura durante época lluviosa del año para determinar si hay un cambio en el aporte de biomasa.

Establecer mayor densidad de plantas del cultivo de cobertura para conocer si existe mayor aporte de biomasa en la misma época del año evaluada en el presente estudio.

Establecer otras especies de leguminosas como cultivo de cobertura para determinar qué especie tiene el mejor desempeño como cultivo de cobertura en las condiciones del área experimental.

Aplicar la calendarización de monitoreo de plagas que puedan presentarse a lo largo del estudio, para evaluar si la especie utilizada como cultivo de cobertura es atrayente de plagas que comprometan el rendimiento del maíz.

Realizar un estudio para analizar la rentabilidad de la implementación del sistema de labranza cero con uso de la *Crotalaria* como cultivo de cobertura.

Continuar el experimento durante los siguientes años para obtener una mejor visión sobre el impacto de incorporar residuos orgánicos y labranza cero en un periodo mayor de tiempo.

Replicar la investigación en un lote experimental más grande para no comprometer la aleatorización de las unidades experimentales.

Realizar un análisis de suelo antes y después del establecimiento del cultivo de cobertura para comparar las condiciones iniciales antes de la implementación de la cobertura y del establecimiento del cultivo de producción.

## Referencias

- Alvarez, R.; Álvarez, C.; Steinbach, H.; Salas, J.; Grigera, S. (2002): Materia orgánica y fertilidad de los suelos en la pampa ondulada. En: *Informaciones agronómicas del cono sur* 14 (14), pág. 11–14. Disponible en línea en [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/0FC500FDAD0D85A8525799C0058CD95/\\$FILE/Art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica%20AND%20Figuras%20art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/0FC500FDAD0D85A8525799C0058CD95/$FILE/Art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica%20AND%20Figuras%20art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf), Última comprobación el 14/07/2023.
- Álvarez, C.; Gutiérrez, B. (2016): Fósforo. En: C. Álvarez y H. Rimski-Korsakov (eds.): Manejo de la fertilidad del suelos en planteos orgánicos. 1 ed. Argentina: Facultad Agronomía, pág. 86–93. Disponible en línea en [https://ciaorganico.net/documypublic/126\\_libro\\_fertilidad\\_de\\_suelos-pvo\\_isbn.pdf](https://ciaorganico.net/documypublic/126_libro_fertilidad_de_suelos-pvo_isbn.pdf), Última comprobación el 07/08/2023.
- Arévalo, G.; Gauggel, C. (2019): Manual de laboratorio de Ciencia de Suelos y Agua. 4 ed. Honduras: LITOCOM, Última comprobación el 08/05/2023.
- Arévalo, G.; Gauggel, C. (2020): Manual de laboratorio de Ciencia de Suelos y Agua. 5 ed. Honduras: LITOCOM.
- Armas, E. de (2018): Malezas en barbecho de cultivos estivales: efectos de la labranza y la fertilización. Trabajo final. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto. Disponible en línea en <https://repodigital.unrc.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/77152/77152.pdf?sequence=2&isAllowed=y>, Última comprobación el 14/07/2023.
- Barrios, E.; Durón, L. (2021): 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*). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras. Disponible en línea en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7212c555-9ef6-46bc-87b9-5c19f1237b91/content>, Última comprobación el 13/07/2023.
- Bengough, A.; McKenzie, B.; Hallett, P.; Valentine, T. (2011): Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. En: *Journal of experimental botany* 62 (1), pág. 59–68. DOI: 10.1093/jxb/erq350.
- Bravo, A.; Sandoval, B.; Chaparro, V.; Cossio, F. (2000): Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. En: *Terra Latinoamericana* 18 (1), pág. 61–69. Disponible en línea en <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318107.pdf>, Última comprobación el 15/07/2023.
- Bravo, C.; Andreu, E. (2011): Propiedades físicas y producción de maíz (*Zea mays* L.) en un Alfisol del estado Guárico, Venezuela, bajo dos sistemas de labranza. En: *Universidad Estatal Amazónica* 3 (2), pág. 62–68. Disponible en línea en [https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Bravo-15/publication/277858080\\_PROPIEDADES\\_FISICAS\\_Y\\_PRODUCCION\\_DE\\_MAIZ\\_Zea\\_mays\\_L\\_EN\\_UN\\_ALFISOL\\_DEL\\_ESTADO\\_GUARICO\\_VENEZUELA\\_BAJO\\_DOS\\_SISTEMAS\\_DE\\_LABRANZA/links/5f569bd3458515e96d38f2e8/PROPIEDADES-FISICAS-Y-PRODUCCION-DE-MAIZ-Zea-mays-L-EN-UN-ALFISOL-DEL-ESTADO-GUARICO-VENEZUELA-BAJO-DOS-SISTEMAS-DE-LABRANZA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Bravo-15/publication/277858080_PROPIEDADES_FISICAS_Y_PRODUCCION_DE_MAIZ_Zea_mays_L_EN_UN_ALFISOL_DEL_ESTADO_GUARICO_VENEZUELA_BAJO_DOS_SISTEMAS_DE_LABRANZA/links/5f569bd3458515e96d38f2e8/PROPIEDADES-FISICAS-Y-PRODUCCION-DE-MAIZ-Zea-mays-L-EN-UN-ALFISOL-DEL-ESTADO-GUARICO-VENEZUELA-BAJO-DOS-SISTEMAS-DE-LABRANZA.pdf), Última comprobación el 10/07/2023.

- Bray, R. (1954): A nutrient mobility concept of soil-plant relationships. En: *Soil Science* 78 (1), pág. 9–22. Disponible en línea en [https://journals.lww.com/soilsci/Fulltext/1954/07000/A\\_NUTRIENT\\_MOBILITY\\_CONCEPT\\_OF\\_SOIL\\_PLANT.2.aspx](https://journals.lww.com/soilsci/Fulltext/1954/07000/A_NUTRIENT_MOBILITY_CONCEPT_OF_SOIL_PLANT.2.aspx), Última comprobación el 06/07/2023.
- Cabrera, J; Zuaznábar, R (2010): Impacto sobre el ambiente del monocultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. I. Balance del carbono. En: *Cultivos Tropicales* 31 (1), pág. 5–13. Disponible en línea en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362010000100001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100001), Última comprobación el 02/04/2023.
- Camarena, F.; Chura, J.; Blas, R. (2014): Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Perú: Promotora Lima (Colección Agrosaber del Banco Agropecuario.). Disponible en línea en [https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO\\_GENETICO\\_Y\\_BIOTECNOLOGICO\\_DE\\_PLANTAS.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf), Última comprobación el 15/07/2023.
- Carrasco, A; Sánchez, N; Tamagno, L (2012): Modelo agrícola e impacto socioambiental en la Argentina: monocultivo y agronegocios. Asociación de Universidades Grupo Montevideo y Universidad Nacional de La Plata. Argentina (Serie Monográfica Sociedad y Ambiente: Reflexiones para una nueva Latinoamérica, 1). Disponible en línea en [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/24722/Documento\\_completo\\_.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/24722/Documento_completo_.pdf?sequence=3&isAllowed=y)., Última comprobación el 04/02/2023.
- Cazorla, C.; Baigorria, T.; Lardone, A.; Bojanich, M.; Aimetta, B.; Vilches, D. (2013): Antecedentes de maíz: barbecho o cultivos de cobertura. Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. En: *Estación Experimental Agropecuaria (INTA)* 20 (1), pág. 181–185. Disponible en línea en [https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Baigorria/publication/264843149\\_Antecedentes\\_de\\_maiz\\_barbecho\\_o\\_cultivos\\_de\\_cobertura/links/56127a9608ae4f0b65155591/Antecedentes-de-maiz-barbecho-o-cultivos-de-cobertura.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Baigorria/publication/264843149_Antecedentes_de_maiz_barbecho_o_cultivos_de_cobertura/links/56127a9608ae4f0b65155591/Antecedentes-de-maiz-barbecho-o-cultivos-de-cobertura.pdf), Última comprobación el 21/07/2023.
- Chavarría, J.; Belloza, W. (2022): Efecto de la *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre el manejo de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo maíz en el segundo año experimental. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras. Disponible en línea en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/12e470bd-0e16-44e7-86c2-345ec91517ec/content>, Última comprobación el 15/07/2023.
- Cruz, O. (2017): El cultivo del maíz. Manual para el cultivo del maíz en Honduras. edit. por M Villeda y P Vásquez. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Honduras. Disponible en línea en <https://dicta.gob.hn/files/2017-El-cultivo-del-maiz,-g.pdf>, Última comprobación el 12/07/2023.
- Da Silva, F. (2009): Manual de análisis químicos de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Última comprobación el 15/07/2023.
- Devi, M.; King S.; Nivas, D.; Chandru, S. (2013): Enhancement of Soil Fertility Through Agro Inputs on Response to Cover Crop of *Crotalaria juncea* L. En: R. Velu (ed.): *Microbiological Research In Agroecosystem Management*. India: Springer India, pág. 175–186, Última comprobación el 14/07/2023.

- Eaton, A.; Clesceri, L.; Greenberg, A.; Franson, M.; American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation (1998): Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington, DC: American Public Health Association, Última comprobación el 14/07/2023.
- Endicott, S.; Brueland, B.; Schon, R.; Keith, R.; Bremer, C. (2015): Maíz Crecimiento y desarrollo. En: PIONNER 8 (13), pág. 16–20, Última comprobación el 11/07/2023.
- Norma NOM-021-RECNAT-2000, 31/12/2002: Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Disponible en línea en <https://faolex.fao.org/docs/pdf/mex50674.pdf>, Última comprobación el 13/07/2023.
- Espinoza, I.; Zenteno, M.; Chávez, J.; Moreiral, V.; Solarte, K.; Intriago, F. (2018): Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. En: *Temas agrarios* 23 (2), pág. 177–187. Disponible en línea en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6587923>, Última comprobación el 14/07/2023.
- Fernández, L.; González, M.; Sáez, V. (2016): Relación entre un índice de estabilidad estructural de suelo, la zona bioclimática y la posición fisiográfica en Venezuela. En: *Terra Nueva Etapa* 32 (52), pág. 139–149, Última comprobación el 09/07/2023.
- Fernández, P.; Álvarez, C. (2015): Manejo de los nutrientes en planteos de producción orgánica. Disponible en línea en [http://www.ciaorganico.net/documypublic/126\\_libro\\_fertilidad\\_de\\_suelos-pvo\\_isbn.pdf#page=155](http://www.ciaorganico.net/documypublic/126_libro_fertilidad_de_suelos-pvo_isbn.pdf#page=155), Última comprobación el 20/07/2023.
- Fertilab (2021): Muestreo foliar en maíz. Mexico. Disponible en línea en <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/MUESTREO%20FOLIAR.pdf>, Última comprobación el 15/07/2023.
- Freire, C; Govea, K; Arguello, J (2018): Importancia de la agricultura en una economía dolarizada. En: *Espacios* 39 (16), pág. 1–16. Disponible en línea en <http://es.revistaespacios.com/a18v39n16/a18v39n16p01.pdf>, Última comprobación el 04/02/2023.
- Fuentes, M. (2002): El cultivo de maíz en Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas (ICTA). Guatemala. Disponible en línea en <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>, Última comprobación el 13/07/2023.
- Herrick, J.; Whitford, W.; Soyza, A.; van Zee, J.; Havstad, K.; Seybold, C.; Walton, M. (2001): Field soil aggregate stability kit for soil quality and rangeland health evaluations. En: *CATENA* 44 (1), pág. 27–35. DOI: 10.1016/S0341-8162(00)00173-9.
- Hirel, B.; Tétu, T.; Lea, P. J.; Dubois, F. (2011): Improving Nitrogen Use Efficiency in Crops for Sustainable Agriculture. En: *Sustainability* 3 (9), pág. 1452–1485. DOI: 10.3390/su3091452.
- Ishaq, M.; Ibrahim, M.; Hassan, A.; Saeed, M.; Lal, R. (2001): Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan. En: *Soil and Tillage Research* 60 (3), pág. 153–161. DOI: 10.1016/S0167-1987(01)00177-5.
- Jaramillo, J. (2017): Evaluación de cuatro sistemas de labranza en maíz (*Zea mays* L.) en el valle del río Portoviejo. En: *SATHIRI* 12 (1), pág. 158. DOI: 10.32645/13906925.75.

- Jiménez, K; Chavarría, P (1984): Uso de herbicidas en maíz y su efecto residual para el frijol en siembras posteriores. En: *Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit* 17 (3), pág. 15–20. Disponible en línea en [https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78626/v17n3\\_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78626/v17n3_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Última comprobación el 02/04/2023.
- Jones, J. (1998): *Plant nutrition manual*. Boca Raton: CRC Press, Última comprobación el 10/07/2023.
- Kirsch, R. (2010): Petrophysical properties of permeable and low-permeable rocks. En: *Groundwater geophysics: a tool for hydrogeology*, pág. 1–22. Disponible en línea en [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-540-88405-7\\_1.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-540-88405-7_1.pdf), Última comprobación el 09/07/2023.
- Kuo, S. (1996): Phosphorus. En: D. L. Sparks, A. L. Page, P. A. Helmke, R. H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai et al. (eds.): *Methods of Soil Analysis*. Madison, WI, USA: Soil Science Society of America, American Society of Agronomy (SSSA Book Series), pág. 869–919. Disponible en línea en <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2136/sssabookser5.3.c32>, Última comprobación el 15/07/2023.
- LaCanne, C.; Lundgren, J. (2018): Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. En: *PeerJ* 6 (1), 1-12. DOI: 10.7717/peerj.4428.
- Liu, H.; Wang, J.; Li, H.; Xie, Y. (2016): Effects of *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. Clayton competition on growth, development, yield and quality of maize. En: *Journal of Integrative Agriculture* 15 (4), pág. 817–824. Disponible en línea en 11/7/2023.
- Martínez, A.; Huerta, K. (2018): La revolución verde. En: *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 4 (8), pág. 1040–1052. DOI: 10.5377/ribcc.v4i8.6717.
- Martínez, E.; Fuentes, J.; Acevedo, E. (2008): Carbono orgánico y propiedades del suelo. En: *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal* 8 (1), pág. 68–96. Disponible en línea en <https://www.scielo.cl/pdf/rscsuelo/v8n1/art06.pdf>, Última comprobación el 21/07/2023.
- Moss, S. (1998): Integrated Weed and Soil Management. En: *The Journal of Agricultural Science* 130 (3), pág. 373–376. DOI: 10.1017/S0021859698265397.
- Motavalli, P. P.; Stevens, W. E.; Hartwig, G. (2003): Remediation of subsoil compaction and compaction effects on corn N availability by deep tillage and application of poultry manure in a sandy-textured soil. En: *Soil and Tillage Research* 71 (2), pág. 121–131. DOI: 10.1016/S0167-1987(03)00041-2.
- Munera, G.; Meza, D. (2014): Aspectos básicos sobre el fósforo del suelo. Folleto instructivo. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Facultad de Tecnología. Disponible en línea en <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/7377066a-bac4-4402-a306-eb45caa49d1c/content>, Última comprobación el 20/07/2023.
- Muñoz, R.; Pitty, A.; Barletta, H. (1997): *Guía fotográfica para la identificación de malezas*. Parte 1. 3 ed. Zamorano: Zamorano Academic Press (Publicación DPV-EAP, 516), Última comprobación el 15/07/2023.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2009): *Guía para la descripción de los suelos*. 4 ed. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la

- Agricultura (FAO). Disponible en línea en <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>, Última comprobación el 11/07/2023.
- Osorio, N. (2012): El análisis foliar: un poderosa herramienta para diagnosticar el estado nutricional de los cultivos, pasturas y plantaciones. En: *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal* 1 (3), pág. 1–4. Disponible en línea en <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Analisis-foliar.pdf>, Última comprobación el 13/07/2023.
- Paruelo, J.; Guerschman, J.; Verón, S. (2005): Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. En: *Ciencia hoy* 15 (87), pág. 14–23. Disponible en línea en <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/Paruelo%20et%20al%202005%20Ciencia%20Hoy.pdf>, Última comprobación el 15/07/2023.
- Peterson, D.; Thompson, C.; Shoup, D.; Olson, B. (2010): Herbicide mode of action. Kansas State University, Manhattan, Última comprobación el 04/02/2023.
- Pinto, Y.; Álvarez, J.; Forero, F. (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. En: *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 10 (1), pág. 113–124. DOI: 10.17584/rcch.2016v10i1.5049.
- Quispe, I.; Gutiérrez, E.; Andrade, D. (2020): Aplicación de yeso agrícola y enmiendas orgánicas para la remediación de suelos salino-sódicos. En: *Revista de Agricultura (Bolivia)* 1 (62), pág. 80–90. Disponible en línea en <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/260327/1/rev62-10.pdf>, Última comprobación el 20/07/2023.
- Ramírez, C.; Figueroa, B.; Ordaz, V.; Volke, V. (2006): Efecto del sistema de labranza cero en un vertisol. En: *Terra Latinoamericana* 24 (1), pág. 109–118. Disponible en línea en <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311494013.pdf>, Última comprobación el 09/07/2023.
- Rincón, A.; Ligarreto, G. (2010): Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. En: *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11 (2), pág. 122–128. DOI: 10.21930/rcta.vol11\_num2\_art:202.
- Rodríguez, N.; Lazo, J. (2018): Efecto de la intensidad de luz sobre el crecimiento del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) | Effect of light intensity on growth of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). En: *UDO Agrícola* 8 (1), pág. 52–60. Disponible en línea en [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lazo-4/publication/38107084\\_Effect\\_of\\_light\\_quality\\_on\\_growth\\_of\\_purple\\_nutsedge\\_Cyperus\\_rotundus\\_L/links/57cf59b108ae057987ac0cf4/Effect-of-light-quality-on-growth-of-purple-nutsedge-Cyperus-rotundus-L.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lazo-4/publication/38107084_Effect_of_light_quality_on_growth_of_purple_nutsedge_Cyperus_rotundus_L/links/57cf59b108ae057987ac0cf4/Effect-of-light-quality-on-growth-of-purple-nutsedge-Cyperus-rotundus-L.pdf), Última comprobación el 15/07/2023.
- Romero, C.; García, E.; Hernández, E. (2015): Materia orgánica y densidad aparente en suelos del suroeste de La Malinche, Tlaxcala, México. En: *Revista Iberoamericana de Ciencias* 2 (5), pág. 63–70. Disponible en línea en <http://www.reibci.org/publicados/2015/septiembre/1200108.pdf>, Última comprobación el 09/07/2023.
- Ruffo, M.; Parsons, A. (2004): Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. En: *Informaciones agronómicas del cono sur* 21 (1), pág. 13–15. Disponible en línea en [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B7943BF2B6036328852579990060EBB9/\\$FILE/Cultivo%20Cobertura-Matias%20Ruffo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B7943BF2B6036328852579990060EBB9/$FILE/Cultivo%20Cobertura-Matias%20Ruffo.pdf), Última comprobación el 04/02/2023.

- Sawchik, J. (2001): Dinámica del nitrógeno en la rotación cultivo-pastura bajo laboreo convencional y siembra directa. INIA La Estanzuela. Uruguay. Disponible en línea en [http://www.inia.org.uy/novedades/jorge\\_sawchik.pdf](http://www.inia.org.uy/novedades/jorge_sawchik.pdf), Última comprobación el 14/02/2023.
- Smith, M.; Frye, W.; Varco, J. (1987): *Advances in Soil Science*. New York, NY: Springer New York, Última comprobación el 14/02/2023.
- Tapia, Y.; García, F. (2013): La disponibilidad del fósforo es producto de la actividad bacteriana en el suelo en ecosistemas oligotróficos: una revisión crítica. En: *Terra Latinoamericana* 31 (3), pág. 231–242, Última comprobación el 15/07/2023.
- Thien, S. (1979): A flow diagram for teaching texture-by-feel analysis. En: *Journal of Agronomic Education* 8 (1), pág. 54–55. DOI: 10.2134/jae.1979.0054.
- Trinidad, A. (2016): Importancia de la materia orgánica en el suelo. En: *Agro Productividad* 9 (8), pág. 52–58. Disponible en línea en <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802/666>, Última comprobación el 09/07/2023.
- Tripathi, M.; Chaudhary, B.; Sarkar, S.; Singh, S.; Bhandari, H.; Mahapatra, B. (2013): Performance of Sunnhemp (*Crotalaria juncea L.*) as a Summer Season (Pre-Monsoon) Crop for Fibre. En: *JAS* 5 (3), pág. 236. DOI: 10.5539/jas.v5n3p236.
- Uhart, S.; Echeverría, H. (1998): El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción de maíz. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada y fosforada. Disponible en línea en [https://www.researchgate.net/publication/311715308\\_El\\_rol\\_del\\_nitrogeno\\_y\\_del\\_fosforo\\_en\\_la\\_produccion\\_de\\_maiz](https://www.researchgate.net/publication/311715308_El_rol_del_nitrogeno_y_del_fosforo_en_la_produccion_de_maiz), Última comprobación el 10/07/2023.
- Vázquez, M. (2017): Manejo y conservación de suelos. Con especial énfasis en situaciones argentinas. [Buenos Aires], [La Plata, Argentina]: AACCS, Asociación Argentina Ciencia del Suelo; FCAYF, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata; INTA, Última comprobación el 14/07/2023.
- Velado, R. (2020): Evaluación de cuatro leguminosas como cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras. Disponible en línea en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25c07276-7cbf-4cb9-9702-dbc30c5cc571/content>, Última comprobación el 13/07/2023.
- Violic, A. (1989): Labranza convencional y labranza de conservación: Definición de conceptos. Labranza de conservación en maíz: documento de trabajo del curso especializado Labranza de Conservación. México: IICA; BID, Última comprobación el 09/07/2023.
- Walkley, A.; Black, I. (1934): An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. En: *Soil Science* 37 (1), pág. 29–38. Disponible en línea en [https://journals.lww.com/soilsci/Fulltext/1934/01000/AN\\_EXAMINATION\\_OF\\_THE\\_DEGTJAREFF\\_METHOD\\_FOR.3.aspx](https://journals.lww.com/soilsci/Fulltext/1934/01000/AN_EXAMINATION_OF_THE_DEGTJAREFF_METHOD_FOR.3.aspx), Última comprobación el 15/07/2023.
- Wasaya, A.; Tahir, M.; Yasir, T. A.; Aatif, H. M.; Shahzad, U. (2017): Response of maize (*Zea mays L.*) to different tillage regimes and nitrogen timings under semi-arid irrigated conditions. En: *Pakistan Journal of Agricultural Sciences (PAKJAS)* 54 (3), pág. 553–560. DOI: 10.21162/PAKJAS/17.1729.

## Anexos

## Anexo A

Primer muestreo de malezas realizado a los 15 días después de siembra del maíz.

Nombres Científicos	LCO-C	LCO-S	LCE-C	LCE-S
<i>Amaranthus Hybridus</i>	30			
<i>Bidens pilosa</i>	74			
<i>Cenchrus echinatus</i>	34	1		
<i>Chloris radiata</i>	16			
<i>Commelina diffusa</i>		6		
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	2			
<i>Cyperus rotundus</i>	34	11	15	1
<i>Digitaria sanguinalis</i>	16	6		
<i>Echinochloa colona</i>	74	16	6	3
<i>Eleusine indica</i>	3	2		
<i>Emilia forbergii</i>	1		2	36
<i>Euphorbia hirta</i>			2	
<i>Ipomoea nil</i>	2	2		
<i>Kallstroemia maxima</i>		1		
<i>Lagascea mollis</i>		1	3	2
<i>Leptochloa filiformis</i>		1		1
<i>Malvastrum coromandelianum</i>		3		1
<i>Melothria pendula</i>			1	
<i>Mercadonia procumbens</i>			2	
<i>Merrenia quinquefolia</i>		1		
<i>Nycandra physalodes</i>	30	16		10
<i>Oxalis latifolia</i>	4	2		1
<i>Richardia Scabra</i>		9		2
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	2	5	30	1
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	13	20	26	80
<i>Sida acuta</i>				1
<i>Solanum americanum</i>			1	
<i>Urochloa fasciculata</i>		5		1

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo B

Segundo muestreo de malezas realizado a los 45 días después de siembra del maíz.

Nombres Científicos	LCO-C	LCO-S	LCE-C	LCE-S
<i>Amaranthus Hybridus</i>	1	2	2	
<i>Bidens pilosa</i>	2		82	79
<i>Cenchrus echinatus</i>	1		4	
<i>Commelina diffusa</i>	8	6	3	
<i>Cyperus rotundus</i>	45	18	7	2
<i>Digitaria sanguinalis</i>	40	5		11
<i>Echinochloa colona</i>	16	77	9	32
<i>Eleusine indica</i>	1			
<i>Emilia forbergii</i>	1		11	22
<i>Euphorbia hirta</i>		1	1	1
<i>Galinsoga urticifolia</i>	1			
<i>Ipomoea nil</i>	6	8		1
<i>Kallstroemia maxima</i>		3	2	
<i>Lagascea mollis</i>		1	19	
<i>Lepidium virginicum</i>	1			
<i>Malvastrum coromandelianum</i>		2		
<i>Melampodium</i>	1			
<i>Merrenia quinquefolia</i>		2		
<i>Modlugus Verticillata</i>			1	1
<i>Nycandra physalodes</i>	11	38	2	
<i>Oxalis Corniculata</i>	4	3		
<i>Oxalis latifolia</i>		6		
<i>Physalis Peruviana</i>		2		
<i>Podocarpus Macrophyllus</i>				13
<i>Portulaca oleracea</i>			1	
<i>Richardia Scabra</i>	1	1		
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	10	1	75	23
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	19	16	48	94
<i>Solanum americanum</i>			2	1
<i>Urochloa fasciculata</i>	3	6		

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con

cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

**Anexo C***Productos químicos utilizados en el lote.*

Producto	Dosis	Unidad
Round Up 35,6 SL	2	L ha <sup>-1</sup>
DAP	194	Kg ha <sup>-1</sup>
Urea	128	Kg ha <sup>-1</sup>

## Anexo D

Análisis Químico y Materia Orgánica a los 90 días después de la siembra del maíz.

ZAMORANO		ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO										LSZ-MC-F31 INFORME DE RESULTADOS		ANÁLISIS DE SUELOS		Versión 2				
Sistema de Gestión de Calidad ISO/IEC 17025																				
Solicitante		Fecha Ingreso Muestra		Fecha Envío Informe		Procedencia de la muestra				Página										
Tesis Andrea Flores/Franz Huanca		2023-06-08		2023-07-05		EAP Zamorano				1 de 3										
Dirección del cliente		N° Lote de Análisis		Cultivo		Informe N°				Anexo Recomendación										
EAP Zamorano		2023-11		Maíz		2023-207				Sí: No: x										
Código Interno Lab.	Identificación de la muestra	pH* (H <sub>2</sub> O)	%			mg kg <sup>-1</sup>					Complejo de cambio (mg kg <sup>-1</sup> )			Saturación de bases (%)			Relaciones iónicas			
			C.O.	M.O.	N <sub>total</sub>	P	Ca	Mg	K	Na	CICE	Ca	Mg	K	Na	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca+Mg/K	
23-S-2005	LOCC 1 0-10	5.46	1.19	2.06	0.10	24	1920	178	588	31	12.70	75.58	11.51	11.84	1.07	7	1	6	7	
23-S-2006	LOCC 1 10-20	5.75	1.10	1.89	0.09	21	2038	182	571	27	13.26	76.81	11.29	11.01	0.88	7	1	7	8	
23-S-2007	LOCC 1 20-30	5.42	0.87	1.50	0.07	59	1851	159	411	24	11.72	78.98	11.14	8.97	0.90	7	1	9	10	
23-S-2008	LOCC 2 0-10	6.24	1.71	2.95	0.15	59	2470	209	742	29	16.09	76.73	10.69	11.79	0.78	7	1	7	7	
23-S-2009	LOCC 2 10-20	6.11	1.35	2.33	0.12	52	2499	195	571	35	15.71	79.55	10.20	9.29	0.96	8	1	9	10	
23-S-2010	LOCC 2 20-30	6.21	1.34	2.31	0.12	30	2496	177	516	30	15.38	81.11	9.47	8.58	0.84	9	1	9	11	
23-S-2011	LOCC 3 0-10	5.98	1.41	2.43	0.12	37	2219	206	637	31	14.56	76.20	11.66	11.20	0.94	7	1	7	8	
23-S-2012	LOCC 3 10-20	5.97	1.26	2.18	0.11	20	2225	188	532	32	14.17	78.51	10.93	9.60	0.97	7	1	8	9	
23-S-2013	LOCC 3 20-30	6.04	1.43	2.46	0.12	5	2904	226	389	27	17.49	83.01	10.63	5.70	0.67	8	2	15	16	
23-S-2014	LOSC 1 0-10	5.65	1.33	2.30	0.11	25	2122	184	591	45	13.83	76.74	10.92	10.93	1.40	7	1	7	8	
23-S-2015	LOSC 1 10-20	5.89	1.31	2.27	0.11	15	2210	172	494	33	13.87	79.65	10.21	9.12	1.02	8	1	9	10	
23-S-2016	LOSC 1 20-30	5.89	1.13	1.95	0.10	4	2425	195	328	35	14.72	82.38	10.89	5.69	1.04	8	2	14	16	
23-S-2017	LOSC 2 0-10	5.64	1.29	2.23	0.11	24	2172	195	556	42	14.07	77.16	11.43	10.11	1.31	7	1	8	9	
23-S-2018	LOSC 2 10-20	5.39	1.16	2.00	0.10	10	2139	171	437	32	13.36	80.04	10.56	8.37	1.03	8	1	10	11	
23-S-2019	LOSC 2 20-30	5.61	0.62	1.06	0.05	3	1856	191	296	32	11.75	78.99	13.38	6.45	1.18	6	2	12	14	
23-S-2020	LOSC 3 0-10	5.48	0.42	0.73	0.04	1	1926	187	292	25	12.02	80.10	12.80	6.21	0.89	8	2	13	15	
23-S-2021	LOSC 3 10-20	5.81	0.87	1.50	0.07	5	2058	186	474	34	13.18	78.07	11.61	9.20	1.12	7	1	8	10	
23-S-2022	LOSC 3 20-30	6.09	1.19	2.06	0.10	12	2025	180	554	39	13.19	76.73	11.24	10.75	1.29	7	1	7	8	
23-S-2023	LCSC 1 0-10	5.84	1.55	2.67	0.13	89	2466	198	637	34	15.74	78.84	10.37	10.35	0.94	8	1	8	9	
23-S-2024	LCSC 1 10-20	6.19	1.29	2.23	0.11	61	2262	196	561	38	14.52	77.89	11.09	9.89	1.14	7	1	8	9	
23-S-2025	LCSC 1 20-30	6.14	1.18	2.03	0.10	189	2558	186	486	31	15.70	81.45	9.76	7.92	0.86	8	1	10	12	
23-S-2026	LCSC 2 0-10	5.95	1.41	2.43	0.12	46	2207	190	698	23	14.48	76.21	10.79	12.33	0.68	7	1	6	7	
23-S-2027	LCSC 2 10-20	6.23	1.29	2.23	0.11	35	2221	179	561	31	14.15	78.49	10.43	10.14	0.94	8	1	8	9	
23-S-2028	LCSC 2 20-30	5.72	1.12	1.93	0.10	9	2318	194	351	31	14.21	81.52	11.23	6.32	0.93	7	2	13	15	
23-S-2029	LCSC 3 0-10	5.88	1.25	2.16	0.11	37	1978	182	605	34	13.08	75.60	11.42	11.83	1.15	7	1	6	7	
23-S-2030	LCSC 3 10-20	5.94	1.04	1.80	0.09	22	2078	172	512	32	13.26	78.36	10.69	9.88	1.07	7	1	8	9	
23-S-2031	LCSC 3 20-30	6.01	1.24	2.13	0.11	7	2434	206	405	39	15.06	80.77	11.25	6.87	1.11	7	2	12	13	
23-S-2032	LCCC 1 0-10	6.10	1.78	3.06	0.15	38	2450	214	679	28	15.87	77.17	11.11	10.94	0.78	7	1	7	8	
23-S-2033	LCCC 1 10-20	6.21	1.56	2.69	0.13	29	2453	193	555	23	15.36	79.80	10.32	9.23	0.66	8	1	9	10	
23-S-2034	LCCC 1 20-30	6.22	1.35	2.33	0.12	8	2654	202	487	21	16.27	81.55	10.24	7.66	0.55	8	1	11	12	
23-S-2035	LCCC 2 0-10	5.64	1.20	2.06	0.10	18	1946	187	612	33	12.98	74.96	11.85	12.07	1.12	6	1	6	7	
23-S-2036	LCCC 2 10-20	5.89	0.56	0.96	0.05	4	1809	183	380	24	11.63	77.78	12.95	8.36	0.91	8	2	9	11	
23-S-2037	LCCC 2 20-30	5.84	0.99	1.70	0.08	10	1784	172	467	21	11.62	76.72	12.20	10.28	0.80	6	1	7	9	
23-S-2038	LCCC 3 0-10	5.57	1.25	2.16	0.11	19	1986	189	539	38	13.02	76.24	11.92	10.58	1.26	6	1	7	8	
23-S-2039	LCCC 3 10-20	5.90	1.02	1.76	0.09	15	1986	190	496	33	12.91	76.93	12.11	9.83	1.13	6	1	8	9	
23-S-2040	LCCC 3 20-30	5.89	0.62	1.06	0.05	8	1884	173	383	30	11.95	78.81	11.89	8.20	1.10	7	1	10	11	
Rango Medio			1.20	2.00	0.10	13	1000	180	150	< 230	10	55	15	3	< 5	3	8	15	20	
			2.30	4.00	0.20	30	2500	250	280		20	70	20	5		6	10	30	40	

Métodos: K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. % Carbono Orgánico: Método de Walkley & Black para suelos minerales no salinos. % N total: 5% de M.O. pH: 1:1 en agua: AOAC 994.16 rango de 4,00-10,00. CICE: Extracción con acetato de amonio, determinación por volumetría. Al: Extracción con KCl 1N, determinación por potenciometría.

\*Ensayo Acreditado: Consultar alcance de acreditación en <https://sde.gob.hn/oha/>

## Anexo E

*Análisis de tejido vegetal a los 45 días después de la siembra del maíz.*



ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO			
ES-MIC-FSI INFORME DE RESULTADOS	ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL	Versión	2

Sistema de Gestión de Calidad ISO/IEC 17025

Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Página	Informe N°
Tesis Huanca Terceros	2023-04-12	2023-05-30	1 de 1	2023-118
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Procedencia de la muestra	
EAP Zamorano	2023-07	---	EAP Zamorano	

Código Interno Lab.	Muestra	g/100 g (%)							mg/kg				
		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
23-T-1376	LCCC R1	2.05	0.21	2.11	0.40	0.13	ND	0.25	9	117	66	40	8
23-T-1377	LCCC R2	2.19	0.21	2.00	0.35	0.11	ND	0.18	7	138	62	31	4
23-T-1378	LCCC R3	2.35	0.25	2.25	0.38	0.15	ND	0.21	7	113	63	37	3
23-T-1379	LOCCC N1	1.14	0.36	1.96	0.39	0.16	ND	0.15	5	107	52	31	3
23-T-1380	LOCCC N2	1.14	0.41	1.98	0.25	0.19	ND	0.17	8	93	52	31	7
23-T-1381	LOSCC N2	1.14	0.22	1.93	0.39	0.13	ND	0.13	6	148	63	68	3
23-T-1382	LOSCC N3	1.14	0.26	1.84	0.25	0.10	ND	0.18	8	95	59	31	3
23-T-1383	LOSC 1	1.09	0.26	1.90	0.40	0.13	ND	0.15	5	139	62	27	2
23-T-1384	LCSC 1	1.79	0.23	2.09	0.28	0.10	ND	0.29	9	85	52	40	4
23-T-1385	LCSC 2	1.84	0.22	2.08	0.35	0.11	ND	0.28	9	97	47	36	3
23-T-1386	LCSC 3	2.05	0.22	1.99	0.40	0.11	ND	0.24	8	98	49	64	3
23-T-1387	LOCCC N3	1.21	0.35	1.95	0.32	0.14	0.02	0.16	3	87	55	40	2

ND: NO DETECTADO

Metodos: N: AOAC 2001.11. K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: Digestion humeda con H2SO4 y H2O2, determinados por Absorción atómica. P: Digestion humeda con H2SO4 y H2O2, determinado por espectrofotometria (colorimetria). B,S: digestion seca con Mg(NO3)2, determinados 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.

Dr. Ricardo Peña Viregas  
Director Unidad de Suelos

Ing. Cintia Aguilera Niñez  
Responsable del análisis



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

### Anexo F

*Descripción de color y textura a 10, 20 y 30 centímetros de profundidad, a los 90 días después de siembra del maíz.*

Tratamiento	Repetición	Textura	Profundidad (cm)	Color
LCO-C	1	Franco arcillosa	0-10	10 YR 4/4
			10-30	7.5 YR 4/6
	2	Franco arcillosa	0-20	10 YR 3/6
			20-30	10 YR 4/6
	3	Franco arcillo-arenosa	10-20	10 YR 5/8
			20-30	10 YR 4/6
LCO-S	1	Franco arcillosa	0-10	10 YR 3/6
			10-30	10 YR 4/4
	2	Franco arcillosa	0-10	7.5 YR 4/4
			10-30	10 YR 4/4
	3	Franco arcillosa	0-10	10 YR 3/6
			10-30	10 YR 4/4
LCE-C	1	Franco arcillosa	0-20	7.5 YR 4/4
			20-30	10 YR 3/6
	2	Franco arcillosa	0-10	10 YR 4/4
			10-30	10 YR 3/6
	3	Franco arcillosa	0-10	7.5 YR 4/4
			10-30	10 YR 3/6
LCE-S	1	Franco arcillosa	0-10	7.5 YR 4/4
			10-30	7.5 YR 4/4
	2	Franco arcillosa	0-20	10 YR 4/6
			20-30	7.5 YR 4/4
	3	Franco arcillosa	0-20	10 YR 4/6
			20-30	10 YR 4/6

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo G

*Nutrientes disponibles en el suelo a los 90 días después de la siembra.*

Tratamiento	N		P		K		Ca		Mg		Na		pH	
	g 100 g <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>		% Saturación de bases								-	
LCO-C	0.10	N	16.56	N	9.68	A	77.77	A	11.62	B	0.92	N	5.92	B
LCO-S	0.11	N	52.11	A	9.50	A	78.74	A	10.77	B	0.98	N	5.99	B
LCE-C	0.11	N	33.44	A	9.78	A	78.50	A	10.84	B	0.89	N	5.91	B
LCE-S	0.09	B	11.00	B	8.54	A	78.87	A	11.45	B	1.14	N	5.72	B
Rango	0.1 – 0.2		13 – 30		3 – 5		55-70		15-20		<5		6 - 7	

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con

cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura. Rangos: A: Alto, N: Normal, B: Bajo.

## Anexo H

*Nutrientes absorbidos a los 45 días después de la siembra en el tejido foliar.*

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	g 100 g <sup>-1</sup>				
LCO-C	2.20 B	0.22 B	2.12 N	0.38 N	0.13 N
LCO-S	1.89 B	0.22 B	2.05 N	0.35 N	0.11 B
LCE-C	1.16 B	0.37 N	1.96 B	0.34 N	0.16 N
LCE-S	1.12 B	0.25 N	1.89 B	0.32 N	0.12 B
Rango de suficiencia	3.0 – 3.5 %	0.25 – 0.45 %	2.0 – 2.5 %	0.25 – 0.5 %	0.13 – 0.30 %

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza mínima sin cobertura. Rangos: A: Alto, N: Normal, B: Bajo.

## Anexo I

### *Matriz de biodisponibilidad de nutrientes en el suelo y tejido vegetal.*

TRT	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio	
	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar	Suelo	Foliar
LCO-C	Normal	Bajo	Normal	Bajo	Alto	Normal	Alto	Normal	Bajo	Normal
LCO-S	Normal	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Normal	Alto	Normal	Bajo	Bajo
LCE-C	Normal	Bajo	Alto	Normal	Alto	Bajo	Alto	Normal	Bajo	Normal
LCE-S	Bajo	Bajo	Bajo	Normal	Alto	Bajo	Alto	Normal	Bajo	Bajo

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con

cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

### Anexo J

*Efecto de los sistemas de labranza y cultivo de cobertura sobre la altura del cultivo de maíz a los 30, 45 y 60 días después de siembra.*

Tratamiento	Altura (cm)		
	30 DDS	45DDS	60DDS
LCO-C	44.60	82.37	173.42
LCO-S	52.15	107.67	208.14
LCE-C	28.59	60.04	174.29
LCE-S	32.88	57.17	182.87

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo K

*Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la estabilidad estructural (EE) del suelo a los 90 días después de siembra.*

Factor	EE (0-10 cm)					EE (10-20 cm)					EE (20-30 cm)				
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey		
	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Mean (±Error Estándar)
Labranza	1.417	1	0.268	LCO	5.607±0.295	4.070	1	0.078	LCO	5.702±0.173	0.114	1	0.745	LCO	5.198±0.520
				LCE	5.335±0.438				LCE	5.342±0.362				LCE	5.115±0.378
Cobertura	0.657	1	0.441	C	5.563±0.247	0.001	1	0.971	C	5.518±0.419	1.051	1	0.335	C	5.283±0.324
				S	5.378±0.491				S	5.525±0.252				S	5.030±0.524
Labranza x Cobertura	0.254	1	0.628	LCO-C	5.757±0.047	0.427	1	0.532	LCO-C	5.757±0.150	2.241	1	0.173	LCO-C	5.510±0.115
				LCO-S	5.457±0.384				LCO-S	5.647±0.208				LCO-S	4.887±0.610
				LCE-C	5.370±0.197				LCE-C	5.280±0.496				LCE-C	5.057±0.307
				LCE-S	5.300±0.661				LCE-S	5.403±0.266				LCE-S	5.173±0.503

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo L

*Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la densidad aparente (DAP) del suelo a los 90 días después de siembra.*

Factor	DAP (0-10 cm)					DAP (10-20 cm)					DAP (20-30 cm)				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	6.315	1	0.017	LCO	1.164±0.121	0.147	1	0.704	LCO	1.239±0.132	1.237	1	0.274	LCO	1.292±0.116
				LCE	1.282±0.185				LCE	1.254±0.137				LCE	1.240±0.176
Cobertura	6.677	1	0.015	C	1.284±0.178	11.299	1	0.002	C	1.313±0.143	1.459	1	0.236	C	1.294±0.141
				S	1.163±0.130				S	1.181±0.082				S	1.238±0.156
Labranza x Cobertura	3.332	1	0.077	LCO-C	1.182±0.141	1.132	1	0.295	LCO-C	1.284±0.157	5.440	1	0.026	LCO-C	1.266±0.144
				LCO-S	1.147±0.102				LCO-S	1.194±0.087				LCO-S	1.318±0.080
				LCE-C	1.386±0.154				LCE-C	1.341±0.130				LCE-C	1.322±0.139
				LCE-S	1.179±0.158				LCE-S	1.198±0.079				LCE-S	1.158±0.176

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

### Anexo M

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la resistencia a la penetración (RP) del suelo a los 90 días después de siembra.*

Factor	RP (0-10 cm)					RP (10-20 cm)					RP (20-30 cm)				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	0.090	1	0.766	LCO LCE	8.690±2.982 8.409±2.760	14.259	1	<0.001	LCO LCE	14.218±2.681 10.467±3.157	9.015	1	0.005	LCO LCE	16.093±3.248 12.345±4.500
Cobertura	3.330	1	0.077	C S	9.404±3.126 7.695±2.288	0.821	1	0.372	C S	12.793±3.349 11.893±3.600	1.566	1	0.220	C S	15.000±5.20 13.438±3.147
Labranza x Cobertura	0.218	1	0.644	LCO-C LCO-S LCE-C LCE-S	9.763±3.268 7.617±2.372 9.046±3.130 7.773±2.342	0.014	1	0.907	LCO-C LCO-S LCE-C LCE-S	14.727±1.880 13.710±3.340 10.859±3.447 10.076±2.993	3.769	1	0.061	LCO-C LCO-S LCE-C LCE-S	18.086±2.287 14.100±2.873 11.914±5.550 12.776±3.436

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

### Anexo N

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la materia orgánica (MO) del suelo a los 90 días después de siembra.*

Factor	MO (0-10 cm)					MO (10-20 cm)					MO (20-30 cm)				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	0.460	1	0.517	LCO	2.423±0.384	0.082	1	0.782	LCO	1.945±0.590	0.009	1	0.928	LCO	1.863±0.446
				LCE	2.207±0.768				LCE	2.028±0.307				LCE	1.890±0.524
Cobertura	2.042	1	0.191	C	2.543±0.407	0.016	1	0.903	C	1.968±0.594	0.014	1	0.910	C	1.893±0.561
				S	2.087±0.688				S	2.005±0.306				S	1.860±0.399
Labranza x Cobertura	1.983	1	0.197	LCO-C	2.427±0.551	0.720	1	0.421	LCO-C	1.803±0.866	1.645	1	0.236	LCO-C	1.697±0.635
				LCO-S	2.420±0.255				LCO-S	2.087±0.248				LCO-S	2.030±0.100
				LCE-C	2.660±0.265				LCE-C	2.133±0.224				LCE-C	2.090±0.516
				LCE-S	1.753±0.887				LCE-S	1.923±0.391				LCE-S	1.690±0.548

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo O

Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el N, P y K en el suelo a los 90 días después de siembra.

Factor	N (g 100g <sup>-1</sup> )					P (mg kg <sup>-1</sup> )					K (% saturación de base)				
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey		
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	0.213	1	0.648	LCO	0.103±0.025	1.480	1	0.233	LCO	34.33±42.672	0.484	1	0.492	LCO	9.593±1.736
				LCE	0.099±0.027				LCE	22.222±18.048				LCE	9.156±2.022
Cobertura	0.525	1	0.474	C	0.104±0.029	0.434	1	0.515	C	25.000±16.967	1.275	1	0.267	C	9.729±1.673
				S	0.098±0.023				S	31.556±43.746				S	9.020±2.035
Labranza x Cobertura	4.169	1	0.049	LCO-C	0.098±0.034	8.487	1	0.006	LCO-C	16.556±11.024	0.710	1	0.406	LCO-C	9.683±1.445
				LCO-S	0.109±0.012				LCO-S	52.111±55.108				LCO-S	9.503±2.073
				LCE-C	0.111±0.023				LCE-C	33.444±18.160				LCE-C	9.776±1.963
				LCE-S	0.088±0.027				LCE-S	11.000±8.888				LCE-S	8.537±1.993

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo P

Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el Ca y el Mg en el suelo a los 90 días después de siembra.

Factor	Ca (% saturación de base)					Mg (% saturación de base)				
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey		
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media ( $\pm$ Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media ( $\pm$ Error Estándar)
Labranza	0.368	1	0.549	LCO	78.255 $\pm$ 2.067	0.039	1	0.844	LCO	11.196 $\pm$ 0.845
				LCE	78.686 $\pm$ 2.134				LCE	11.142 $\pm$ 0.908
Cobertura	0.889	1	0.353	C	78.136 $\pm$ 2.204	0.190	1	0.666	C	11.228 $\pm$ 0.873
				S	78.805 $\pm$ 1.957				S	11.110 $\pm$ 0.877
Labranza x Cobertura	0.171	1	0.682	LCO-C	77.773 $\pm$ 1.997	7.275	1	0.011	LCO-C	11.621 $\pm$ 0.896
				LCO-S	78.737 $\pm$ 2.137				LCO-S	10.771 $\pm$ 0.554
				LCE-C	78.498 $\pm$ 2.457				LCE-C	10.836 $\pm$ 0.687
				LCE-S	78.873 $\pm$ 1.888				LCE-S	11.449 $\pm$ 1.033

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo Q

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el Na y pH en el suelo a los 90 días después de siembra.*

Factor	Na (% saturación de base)					pH				
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey		
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media ( $\pm$ Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media ( $\pm$ Error Estándar)
Labranza	1.209	1	0.280	LCO	0.952 $\pm$ 0.199	3.209	1	0.083	LCO	5.953 $\pm$ 0.199
				LCE	1.016 $\pm$ 0.190				LCE	5.813 $\pm$ 0.276
Cobertura	6.942	1	0.013	C	0.907 $\pm$ 0.186	0.596	1	0.446	C	5.913 $\pm$ 0.260
				S	1.061 $\pm$ 0.176				S	5.853 $\pm$ 0.237
Labranza x Cobertura	2.782	1	0.105	LCO-C	0.923 $\pm$ 0.243	2.816	1	0.103	LCO-C	5.918 $\pm$ 0.228
				LCO-S	0.980 $\pm$ 0.154				LCO-S	5.989 $\pm$ 0.170
				LCE-C	0.890 $\pm$ 0.117				LCE-C	5.909 $\pm$ 0.303
				LCE-S	1.142 $\pm$ 0.166				LCE-S	5.717 $\pm$ 0.222

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

### Anexo R

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el N, P y K en el tejido vegetal a los 45 días después de siembra.*

Factor	N (g 100g <sup>-1</sup> )					P (g 100g <sup>-1</sup> )					K (g 100g <sup>-1</sup> )				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	221.56	1	<0.001	LCO	2.045± 0.210	42.250	1	<0.001	LCO	0.223± 0.015	14.582	1	0.005	LCO	2.087± 0.094
				LCE	1.143± 0.038				LCE	0.310± 0.074				LCE	1.927± 0.050
Cobertura	8.031	1	0.022	C	1.680± 0.574	22.563	1	0.001	C	0.298± 0.086	2.79	1	0.133	C	2.042± 0.117
				S	1.508± 0.431				S	0.235± 0.020				S	1.972± 0.100
Labranza x Cobertura	4.724	1	0.061	LCO-C	2.197± 0.150	22.563	1	0.001	LCO-C	0.223± 0.023	0.006	1	0.939	LCO-C	2.120± 0.125
				LCO-S	1.893± 0.138				LCO-S	0.223± 0.006				LCO-S	2.053± 0.055
				LCE-C	1.163± 0.040				LCE-C	0.373± 0.032				LCE-C	1.963± 0.015
				LCE-S	1.123± 0.029				LCE-S	0.247± 0.023				LCE-S	1.890± 0.046

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

### Anexo S

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el Ca y Mg en el tejido vegetal a los 45 días después de siembra.*

Factor	Ca (g 100g <sup>-1</sup> )					Mg (g 100g <sup>-1</sup> )				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	0.527	1	0.489	LCO	0.360± 0.045	4.780	1	0.060	LCO	0.118± 0.018
				LCE	0.333± 0.071				LCE	0.142± 0.031
Cobertura	0.008	1	0.930	C	0.348± 0.056	9.756	1	0.014	C	0.147± 0.027
				S	0.345± 0.065				S	0.113± 0.014
Labranza x Cobertura	0.667	1	0.438	LCO-C	0.377± 0.025	0.878	1	0.376	LCO-C	0.130± 0.020
				LCO-S	0.343± 0.060				LCO-S	0.107± 0.006
				LCE-C	0.320± 0.070				LCE-C	0.163± 0.025
				LCE-S	0.347± 0.084				LCE-S	0.120± 0.017

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo T

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la altura, número de hojas a los 60 días después de siembra y profundidad de raíces de las plantas a los 90 días después de siembra.*

Factor	Altura de planta (cm)					Nro. de hojas por planta					Profundidad de raíces (cm)				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	25.410	1	<0.001	LCO	190.780±36.629	19.337	1	<0.001	LCO	12.457±1.591	262.678	1	<0.001	LCO	45.683±2.272
				LCE	178.580±27.028				LCE	11.943±1.431				LCE	33.217±0.627
Cobertura	79.994	1	<0.001	C	173.857±32.715	55.117	1	<0.001	C	11.767±1.449	2.571	1	0.148	C	38.833±5.984
				S	195.503±29.009				S	12.633±1.494				S	40.067±7.880
Labranza x Cobertura	29.178	1	<0.001	LCO-C	173.420±38.895	18.345	1	<0.001	LCO-C	11.773±1.410	5.078	1	0.054	LCO-C	44.200±1.637
				LCO-S	208.140±23.934				LCO-S	13.140±1.466				LCO-S	47.167±1.904
				LCE-C	174.293±25.191				LCE-C	11.760±1.491				LCE-C	33.467±0.651
				LCE-S	182.867±28.185				LCE-S	12.127±1.348				LCE-S	32.967±0.611

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo U

Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la población de las malezas *Cyperus. Rotundus*, *Echinochloa Colona*, *Rottboellia Cochinchinensis* y *Sclerocarpus Phyllocephalus* en el primer muestreo a los 15 días después de siembra.

Factor	Cyperus rotundus					Echinochloa colona					Rottboellia cochinchinensis					Sclerocarpus phyllocephalus				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	2.963	1	0.101	LCO	3.750±3.911	9.359	1	0.006	LC	7.500±8.723	2.096	1	0.163	LCO	0.583±0.793	6.391	1	0.020	LC	2.750±1.815
				LCE	1.333±3.420				LCE	0.750±1.603				LCE	2.583±5.160				LCE	8.833±9.074
Cobertura	4.824	1	0.040	C	4.083±4.699	5.308	1	0.032	C	6.667±9.335	3.726	1	0.068	C	2.917±5.017	4.463	1	0.047	C	3.250±3.223
				S	1.000±1.706				S	1.583±1.505				S	0.250±0.622				S	8.333±9.018
Labranza x Cobertura	0.285	1	0.599	LCO	5.667±4.502	4.315	1	0.051	LC	12.333±1.0520	2.460	1	0.132	LCO	0.833±0.753	2.649	1	0.119	LC	2.167±1.472
				LCO	1.833±2.137				LC	2.667±0.816				LCO	0.333±0.816				LC	3.333±2.066
				-S					O-S					-S					O-S	
				LCE	2.500±4.722				LCE	1.000±2.000				LCE	5.000±6.663				LCE	4.333±4.227
				-C					-C					-C					-C	
				LCE	0.167±0.408				LCE	0.500±1.225				LCE	0.167±0.408				LCE	13.333±1.0708

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo V

Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre la población de las malezas *Cyperus. Rotundus*, *Echinochloa Colona*, *Rottboellia Cochinchinensis* y *Sclerocarpus Phyllocephalus* en el segundo muestreo a los 45 días después de siembra.

Factor	Cyperus rotundus					Echinochloa colona					Rottboellia cochinchinensis					Sclerocarpus phyllocephalus				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	14.847	1	<0.001	LCO	5.250±4.309	2.229	1	0.151	LC	7.750±9.517	2.280	1	0.147	LC	0.917±1.379	1			LC	2.917±2.065
				LCE	0.750±1.422				LCE	3.417±5.791				LCE	8.167±16.453				LCE	11.833±13.684
Cobertura	5.214	1	0.033	C	4.333±4.997	1.190	1	0.288	C	7.167±9.852	1.121	1	0.302	C	7.083±15.728	1			C	5.583±7.982
				S	1.667±1.670				S	4.000±5.641				S	2.000±6.310				S	9.167±12.812
Labranza x Cobertura	2.464	1	0.132	LCO	7.500±5.244	5.816	1	0.026	LC	12.833±1.548	0.557	1	0.464	LC	1.667±1.633	1			LC	3.167±2.401
				LCO	3.000±1.095				LC	2.667±1.966				LC	0.167±0.408				LC	2.667±1.862
				-S	1.167±1.835				O-S	1.500±1.761				O-S	12.500±2.1705				O-S	8.000±10.973
				LCE	0.333±0.816				LCE	5.333±7.866				LCE	3.833±8.909				LCE	15.667±16.008
				-C					-C					-C					-C	
				-S					-S					-S					-S	

Nota. Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

### Anexo W

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el rendimiento de plantas, plantas y mazorcas útiles por hectárea a los 100 días después de siembra.*

Factor	Plantas por hectárea					Plantas útiles por hectárea					Mazorcas útiles por hectárea				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	G l	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	13.143	1	<0.001	LCO	56166±6396.6	29.520	1	<0.001	LCO	42767±7685.53	2.584	1	0.115	LCO	42994±8638.37
				LCE	49362±9137.15				LCE	31311±7595.765				LCE	38865±10936.757
Cobertura	19.707	1	<0.001	C	48599±8008.6	1.181	1	0.283	C	35894±10997.6	1.534	1	0.222	C	39338±10585.3
				S	56930±6942.9				S	38185±7844.909				S	42520±9262.893
Labranza x Cobertura	3.991	1	0.052	LCO-C	53875±6601.6	5.162	1	0.028	LCO-C	44017±8598.25	10.849	1	0.002	LCO-C	45635±9178.23
				LCO-S	58458±5524.4				LCO-S	41518±6794.62				LCO-S	40354±7521.52
				LCE-C	43323±5457.2				LCE-C	27771±5916.05				LCE-C	33042±7970.88
				LCE-S	55403±8073.4				LCE-S	34852±7634.31				LCE-S	44688±10610.6
				LCO-C	4				LCO-C	9				LCO-C	2
				LCO-S	2				LCO-S	7				LCO-S	8

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

### Anexo X

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el rendimiento de hileras por mazorca y granos por hilera a los 100 días después de siembra.*

Factor	Hileras por mazorca					Granos por hilera				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media ( $\pm$ Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media ( $\pm$ Error Estándar)
Labranza	6.336	1	0.016	LCO	13.833 $\pm$ 1.551	0.687	1	0.412	LCO	24.958 $\pm$ 6.734
				LCE	12.833 $\pm$ 1.308				LCE	26.667 $\pm$ 7.688
Cobertura	4.400	1	0.042	C	13.750 $\pm$ 1.482	2.550	1	0.117	C	27.458 $\pm$ 7.022
				S	12.917 $\pm$ 1.442				S	24.167 $\pm$ 7.142
Labranza x Cobertura	1.584	1	0.215	LCO-C	14.500 $\pm$ 1.508	0.559	1	0.459	LCO-C	24.083 $\pm$ 7.255
				LCO-S	13.167 $\pm$ 1.337				LCO-S	25.833 $\pm$ 6.365
				LCE-C	13.00 $\pm$ 1.044				LCE-C	24.250 $\pm$ 7.350
				LCE-S	12.667 $\pm$ 1.557				LCE-S	29.083 $\pm$ 7.537

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.

## Anexo Y

*Resultados de análisis de varianza de dos vías del efecto de labranza y cobertura sobre el rendimiento de granos por mazorca y toneladas por hectárea a los 100 días después de siembra.*

Factor	Granos por mazorca					Rendimiento (tn ha <sup>-1</sup> )				
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey		
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Media (±Error Estándar)
Labranza	<0.002	1	0.990	LCO	346.500±106.572	0.297	1	0.589	LCO	4.900±1.584
				LCE	346.083±115.028				LCE	4.599±2.391
Cobertura	0.658	1	0.421	C	333.250±107.551	6.014	1	0.018	C	4.072±1.625
				S	359.333±112.548				S	5.427±2.162
				LCO-C	349.167±112.652				LCO-C	4.580±1.317
Labranza x Cobertura	0.955	1	0.334	LCO-S	343.833±105.080	1.673	1	0.203	LCO-S	5.220±1.813
				LCE-C	317.33±104.608				LCE-C	3.565±1.795
				LCE-S	374.833±122.146				LCE-S	5.633±2.529

*Nota.* Tratamientos: LCO-C: Labranza convencional con cobertura, LCO-S: Labranza convencional sin cobertura, LCE-C: Labranza cero con cobertura, LCE-S: Labranza cero sin cobertura.