

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



Proyecto Especial de Graduación  
**Efecto de la *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura sobre cinco  
niveles de fertilización nitrogenada en sorgo (*Sorghum bicolor* L.)**

Estudiante

Victor Joel Montenegro Urbina

Asesores

Rony Francisco Muñoz, M.Sc.

Angel Augusto Suazo M.A.E.

Honduras, Julio 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora del Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras .....	6
Índice de Anexos.....	7
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación .....	13
Descripción y Distribución de los Tratamientos .....	14
Manejo Agronómico .....	15
Variables Evaluadas .....	16
Cobertura Vegetal.....	16
Altura de Planta .....	16
Número de Hojas .....	16
Incidencia de Malezas.....	17
Contenido de Clorofila en las Hojas.....	17
Índice de Área Foliar .....	18
Análisis de Tejido Vegetal .....	18
Rendimiento de Biomasa.....	18
Diseño Experimental.....	19
Análisis Estadístico .....	20
Resultados y Discusión.....	21
Cobertura Vegetal.....	21
Altura de la Planta.....	22
Número de Hojas .....	23

	4
Incidencia de Malezas .....	24
Clorofila e Índice de Área Foliar .....	25
Análisis del Tejido Vegetal .....	27
Biomasa en Peso Fresco.....	27
Conclusiones .....	29
Recomendaciones.....	30
Referencias.....	31
Anexos.....	34

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos para evaluar el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. como cultivo de cobertura sobre cinco niveles de fertilización en cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano.....	15
Cuadro 2 Distribución de tratamientos en el campo en función de cultivo de cobertura y niveles de fertilización, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras. ....	19
Cuadro 3 Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre la cobertura vegetal en sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.....	21
Cuadro 4 Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre la altura del sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras. ....	22
Cuadro 5 Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre el número de hojas del sorgo a los 34 y 70 DDS, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras. ....	24
Cuadro 6 Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada en la población de malezas a los 43 DDS, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.....	25
Cuadro 7 Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre el contenido de clorofila e Índice de área foliar, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras. ....	26
Cuadro 8 Nitrógeno absorbido a los 75 DDS en el tejido foliar para determinar el efecto de la <i>C. juncea</i> y cinco niveles de fertilización nitrogenada, La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.....	27
Cuadro 9 Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en biomasa en sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.....	28

### Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del experimento donde se evaluó el efecto de la <i>Crotalaria juncea</i> L. como cultivo de cobertura sobre cinco niveles de fertilización en cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano.....	13
Figura 2 Distribución de la precipitación donde se evaluó efecto de <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.....	14
Figura 3 Posición de la hoja muestreada (Hoja 2) y punto de muestreo (Medio) para evaluar el efecto de <i>C. juncea</i> sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras. ....	18

## Índice de Anexos

Anexo A Registro del más reciente análisis de suelo del lote. La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.....	34
Anexo B Análisis de tejido vegetal a los 77 días después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. como cultivo de cobertura sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en Cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras. ....	35
Anexo C Lote La Vega Monte Redondo, preparación del sistema de riego por goteo y posterior siembra de la Crotalaria Juncea L. para determinar su efecto sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras. ....	36
Anexo D Establecimiento del cultivo de cobertura a los 60 DDS para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras. ....	37
Anexo E .....	38
Anexo F Muestreo de malezas para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.....	38
Anexo G Dosis de urea requeridas para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.....	38
Anexo H Muestreo del contenido de clorofila en hoja de sorgo usando el medidor SPAD-502 Plus para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras. ....	38
Anexo I Muestreo del Índice de Área Foliar en hoja de sorgo usando el CI-202 Medidor Laser de Área Foliar Portátil para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.....	38

## Resumen

La escasez de los fertilizantes nitrogenados ha ocasionado un aumento de precios sin precedentes haciendo difícil la producción de alimentos. Sin embargo, existen alternativas complementarias como es el uso de cultivos de cobertura ya que la incorporación de estos ha permitido aumentar la bio-disponibilidad del nitrógeno al cultivo siguiente. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. en rotación con sorgo variedad Sureño y cinco dosis de fertilización con urea equivalentes a 83, 62, 41, 20 y 0 Kg/ha. Se hizo un arreglo de parcelas divididas con un diseño de bloques completos al azar donde la parcela principal fue un lote con cultivo de cobertura y otro sin cultivo de cobertura, y las subparcelas fueron las cinco dosis de fertilización nitrogenada. El experimento se llevó a cabo en dos fases: primero, se sembró la crotalaria y se incorporó al suelo en la etapa de floración. La segunda fase fue realizar la siembra de sorgo y una fertilización base; a los 35 DDS se hizo la aplicación de las 5 dosis de fertilización nitrogenada. Las variables evaluadas en el sorgo fueron el porcentaje de cobertura vegetal, la altura de la planta, el número de hojas, la incidencia de malezas, el contenido de clorofila, el Índice de área foliar, el análisis foliar y la biomasa. El uso de la crotalaria causó un mayor contenido de clorofila y biomasa en el cultivo de sorgo, además se evidenció una mayor supresión de *Cyperus rotundus* L.

*Palabras claves:* crotalaria, malezas, sorgo, urea.

### Abstract

The shortage of nitrogen fertilizers has caused an unprecedented price increase, making food production difficult. However, there are complementary alternatives such as the use of cover crops since the incorporation of these has increased the bioavailability of nitrogen to the following crop. The objective of the study was to evaluate the effect of *Crotalaria juncea* L. in rotation with sorghum variety Sureño and five doses of urea fertilization equivalent to 83, 62, 41, 20 and 0 kg/ha. A split-plot arrangement was made with a randomized complete block design where the main plot was a plot with cover crop and a plot without cover crop, and the subplots were the five doses of nitrogen fertilization. The experiment was conducted in two phases: first, crotalaria was sown and incorporated into the soil at the flowering stage. The second phase consisted of planting sorghum and a base fertilization; at 35 DDS, the application of the five doses of nitrogen fertilization was made. The variables evaluated in sorghum were the percentage of plant cover, plant height, number of leaves, weed incidence, chlorophyll content, leaf area index, leaf analysis and biomass. The use of *Crotalaria* caused a higher chlorophyll content and biomass in the sorghum crop, and there was also evidence of a greater suppression of *Cyperus rotundus* L.

*Key words:* crotalaria, sorghum, urea, weeds.

## Introducción

En la actualidad, el precio de los insumos agrícolas se han disparado debido a su escasez y es que son varios factores que explican este aumento de precios sin precedentes: la pandemia del coronavirus y el conflicto armado en Ucrania; altos precios del carbón térmico en China obligó a las fábricas de fertilizantes a reducir la producción; las restricciones impulsadas por Rusia para las exportaciones de productos fertilizantes (El Universo 2022).

El aumento de la población en el mundo ha hecho de la agricultura cada vez más dependiente de fertilizantes por la necesidad de satisfacer la gran demanda de alimentos, siendo los insumos químicos como el sulfato de amonio, nitrato de amonio, MAP, DAP y urea productos comúnmente usados por los productores; siendo esta última la de mayor demanda en el mercado (Boaretto et al. 2007).

En las unidades de ganado lechero y de carne de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano existe una demanda de 11 000 toneladas de ensilaje anual. Esto representa una necesidad de sembrar 150 hectáreas de maíz y 20 hectáreas de sorgo al año e implica un uso de 181 kg urea (46-0-0) por hectárea.

El nitrógeno es un elemento esencial en el metabolismo de las plantas al ser un componente fundamental de la clorofila en los procesos fotosintéticos. Es el tercer factor de mayor importancia después del agua y la temperatura para la producción de alimentos de origen vegetal (Morales et al. 2019).

El uso de fertilizantes nitrogenados tiene un importante impacto ambiental; y es que la incorporación progresiva contribuye a la degradación del suelo y al ser un proceso a largo plazo disimula temporalmente los efectos negativos, manteniendo el nivel de rendimiento, pero incrementando costos de producción (Amézquita et al. 2013).

El aumento de la superficie con cultivos extensivos han ocasionado una disminución marcada del área de producción y a su vez cambios significativos en los aportes de carbono al suelo (Alzuetta et

al. 2022). En este contexto, resulta imposible producir alimentos a gran escala sin la utilización de fertilizantes nitrogenados para una población en constante crecimiento; sin embargo, existen alternativas complementarias como el uso de Cultivos de Cobertura (CC) y la incorporación de estos que permite aumentar la bio-disponibilidad del nitrógeno en el suelo y al cultivo siguiente (Guzmán Casado y Alonso Mielgo 2008).

El uso de cultivos de cobertura en el suelo cumplen múltiples propósitos entre estos para mejorar el balance de carbono, reducir las pérdidas del suelo por erosión eólica e hídrica y por lixiviación, control de malezas, incrementar la eficiencia de conservación y disponibilidad agua, y reducir la susceptibilidad a la compactación (Alzueta et al. 2022).

El uso de cobertura vegetal viva para el suelo no es una práctica nueva y registros históricos lo evidencian con el uso de la mucuna en el siglo 17 en Java, Bali y Sumatra para la recuperación de suelos (Pound 2007). Su función como abono verde se debe a la gran cantidad de biomasa producida permitiendo ser una fuente alternativa frente a los fertilizantes sintéticos ya que contribuye al manejo de la fertilidad del suelo asegurando estabilidad y rendimiento en los cultivos (Capurro y González 2010).

Las leguminosas tienen la capacidad de establecer una simbiosis con las bacterias del suelo del género *Rhizobium*, permitiendo fijar nitrógeno atmosférico para transferir a la planta, estas se incorporan al suelo donde sus residuos entran en descomposición y son aprovechados para cultivos posteriores. Cabe destacar que el contenido de nitrógeno dependerá de la especie, las condiciones climáticas y edáficas, su disponibilidad en el suelo y el momento de supresión de crecimiento (Stewart 2018).

Entre estas leguminosas se encuentra la *Crotalaria juncea* L. que tiene como aptitudes aumentar la porosidad y la aireación del suelo, la capacidad para retener agua, y la función de eliminar nematodos fitoparásitos del suelo; destaca por su capacidad de proporcionar nitrógeno residual de hasta 210.6 kg por hectárea al siguiente cultivo (Agronet 2022). Es una especie herbácea anual que

posee raíces bien desarrolladas y contiene nódulos lobulados fijadores de nitrógenos que por medio de simbiosis son colonizados por rizobios, además de producir importantes cantidades de biomasa y nitrógeno en aproximadamente 6 semanas después de la siembra (Li et al. 2012).

La capacidad de fijación de nitrógeno en la mayoría de las leguminosas esta entre 75 y 400 kg ha<sup>-1</sup>, la cantidad suficiente como para suplir los requerimientos del cultivo de sorgo (Garcia 2006). El sorgo es una planta C4 de días cortos, tolera el déficit de agua; sin embargo, la temperatura y las deficiencias de nutrimentos afectan la tasa de expansión de las hojas y altura de la planta (Dias y Manhães 2005).

El sorgo forrajero posee propiedades morfológicas y fisiológicas apropiadas para la alimentación del ganado bovino por su gran cantidad de reservas de azúcares solubles convirtiéndolo en un forraje de alta palatabilidad, esta se dispone en forma fresca o ensilada (Vargas, 2005). Los requerimiento de fertilización del sorgo varía dependiendo de las condiciones del suelo, resulta recomendable aplicar en combinación de abonos verdes (Martínez y Ocón 2008).

La variedad de sorgo sureño, comúnmente utilizado en Honduras es un cultivo de doble propósito, se utiliza para la producción de grano y para la producción de forraje. En este último se realiza cuando el grano se encuentra en estado masoso suave (Morán y Villeda 2012).

Este estudio se elaboró para observar el crecimiento y desarrollo del cultivo de sorgo utilizando tratamientos con diferentes niveles de fertilización y en combinación de crotalaria; para observar dichos efectos se midieron variables agronómicas y de esta manera incentivar al uso de cultivos de cobertura. Para ello se establecieron los siguientes objetivos: determinar la eficiencia del uso de *Crotalaria juncea* L. como abono verde complementado con fertilización nitrogenada en el rendimiento y biomasa del cultivo de sorgo; y, evaluar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre la incidencia de las malezas en el cultivo de sorgo.

## Materiales y Métodos

### Ubicación

El experimento comenzó a finales del mes de noviembre del 2021 dentro de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en el Valle del Yeguaré perteneciente al Departamento de Francisco Morazán. El estudio se estableció a campo abierto, en uno de los lotes de producción en la Vega de Monte Redondo que se encuentra a 750 msnm con Latitud y Longitud  $13^{\circ}59'50''$  N y  $86^{\circ}59'12''$  O respectivamente, el lugar se puede observar en la Figura 1.

### Figura 1

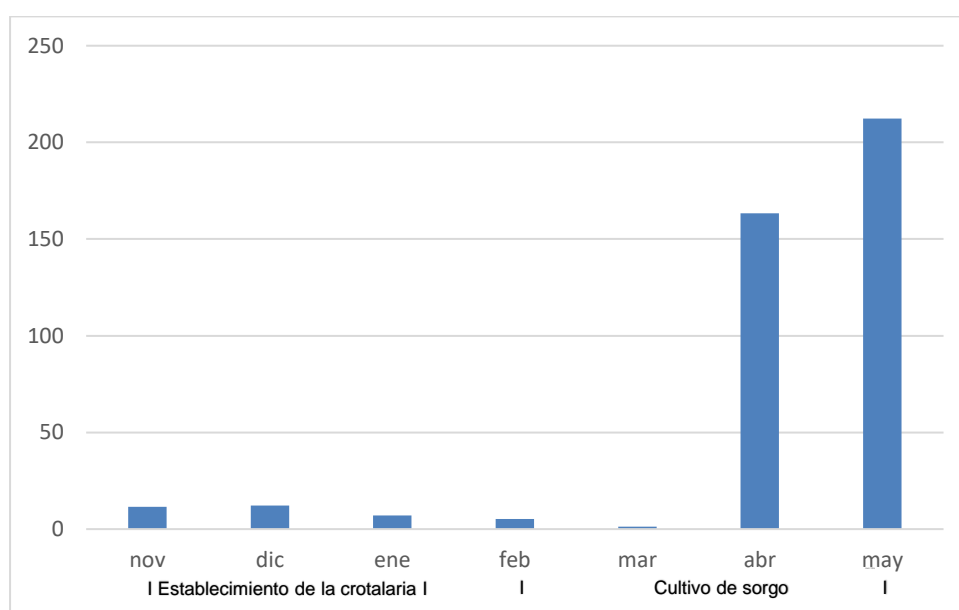
*Ubicación del experimento donde se evaluó el efecto de la *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura sobre cinco niveles de fertilización en cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano.*



Hubo precipitaciones que se distribuyeron en dos temporadas: de noviembre hasta marzo con un promedio de 9 mm durante el establecimiento del cultivo de cobertura y de marzo hasta junio durante el ciclo de cultivo de sorgo con una media de 100.5 mm (Figura 2).

### Figura 2

*Distribución de la precipitación donde se evaluó efecto de *Crotalaria juncea* L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*



### Descripción y Distribución de los Tratamientos

A los 37 días después de la siembra del sorgo se aplicó las cinco dosis de fertilización nitrogenada equivalente a 0, 45, 90, 135 y 181 kg N/ha en el que se usó urea (46-0-0); la cantidad de nitrógeno fue en base a los 46 % (Cuadro 1). Antes de esto se realizó una fertilización base de Fastrac Maicera (27-6-12) con excepción de los tratamientos que no se les aplicó dosis de urea.

### Cuadro 1

*Descripción de los tratamientos para evaluar el efecto de la Crotalaria juncea L. como cultivo de cobertura sobre cinco niveles de fertilización en cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano.*

Cultivo de Cobertura	Niveles de fertilización (%)	Urea (kg/ha)	Kg de N/ha
Con	100	181	83
Con	75	135	62
Con	50	90	41
Con	25	45	20
Con	0	0	0
Sin	100	181	83
Sin	75	135	62
Sin	50	90	41
Sin	25	45	20
Sin	0	0	0

### Manejo Agronómico

El lote se preparó con un pase de rastra pesada para incorporar las malezas. El experimento se llevó a cabo en dos fases: la primera fue el 23 de noviembre del 2021 en el que se hizo la siembra de *C. juncea*. El cultivo de cobertura a una distancia entre hilera de 0.7 cm y 15 plantas por metro obteniendo una densidad estimada de 215,000 plantas/ha. El 22 de enero del 2022 se cortó manualmente la *C. juncea* al momento de la floración (60 DDS) y se hizo un pase previo a la siembra del sorgo como preparación del suelo.

A los 37 DDS se fertilizó con urea 46% de Nitrógeno usando 181 Kg/ha según el requerimiento establecido por la unidad de Pastos y Forrajes de la EAP Zamorano. Cabe destacar que no hubo respaldo de un análisis de suelos que permitiera cubrir los requerimientos exactos.

Se instaló un sistema de riego por goteo con una manguera en cada una de las 25 hileras del lote experimental para asegurar el crecimiento óptimo de la crotalaria y posteriormente el sorgo.

## **Variables Evaluadas**

Para evaluar el efecto del cultivo de cobertura sobre los cinco niveles de fertilización en cultivo de sorgo se midió la cobertura vegetal, la altura de la planta, el número de hojas, la incidencia de malezas, el contenido de clorofila, el Índice de área foliar, el análisis de tejido vegetal y el rendimiento en biomasa.

### ***Cobertura Vegetal***

Se evaluó el porcentaje de cobertura vegetal a los 34 DDS por medio de una aplicación móvil llamada "Canopeo" y consistió en tomar una fotografía a una distancia a 60 cm a las dos hileras centrales para cada unidad experimental dispuesto de forma paralela al suelo (Urquijo 2015).

Es importante conocer la distribución espacial y temporal de variables que estimen el crecimiento del cultivo como es el caso de la cobertura vegetal porque puede aportar información valiosa para mejorar la baja eficiencia del uso de nitrógeno en el cultivo (Salvador-Castillo et al. 2021)

Las plantas al interceptar la mayor cantidad de luz absorben la mayor cantidad de radiación fotosintética y la app Canopeo resulta ser un método viable para estudiar dicho comportamiento porque mide la intercepción de luz que puede recibir la cobertura del dosel (Shepherd MJ. et al. 2018). El resultado del análisis es una fotografía binaria donde los píxeles blancos corresponde a la cobertura o dosel verde mientras que los píxeles negros son clasificados como aquello que no cumplió con los criterios en selección de dosel verde (Lollato et al. [sin fecha]).

### ***Altura de Planta***

El muestreo se realizó a los 34 y 70 DDS. Se contaron 10 plantas en la hilera central por unidad experimental, se usó una cintra métrica para medir la altura hasta la última hoja verdadera, es decir hasta la última hoja con vaina abierta.

### ***Número de Hojas***

A los 34 y 70 DDS se realizó un conteo de 10 plantas ubicadas en las hileras centrales en cada unidad. El conteo fue de hojas completamente desarrolladas, desde el suelo hasta la última hoja

verdadero en cada planta.

### ***Incidencia de Malezas***

El conteo se realizó a los 43 DDS. Se utilizó un cuadrante con medidas de 0.5 x 0.5 metros y para evitar el efecto borde se ubicó en la hilera central, se hizo dos muestreos en cada unidad experimental en el que se identificó cada especie de maleza que se encontraba dentro del cuadrante y se seleccionaron las tres especies más abundantes y se evaluaron por cada tratamiento. Después del conteo, se realizó un desmalezado para que no afectara el desarrollo del cultivo de sorgo.

De la crotalaria se obtiene una gran cantidad de biomasa y nitrógeno, además se le confiere la capacidad de producir un componente aleloquímico llamado delta-hydroxynorleucine (5-hidroxi-2-aminohexanoico), dicho compuesto reduce el crecimiento de al menos 12 tipos de malezas (Skinner et al. 2012).

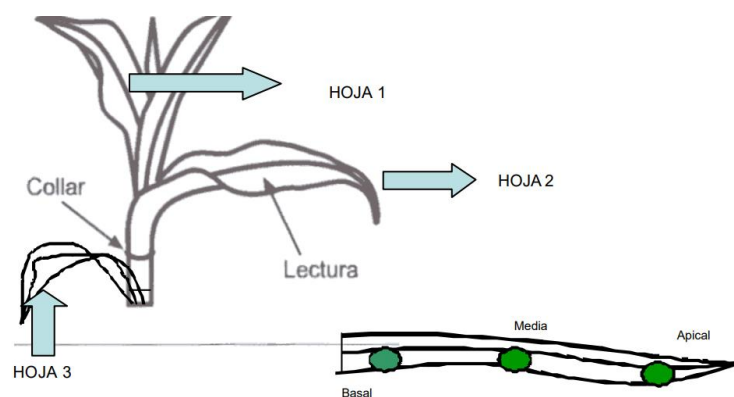
### ***Contenido de Clorofila en las Hojas***

En el campo se hizo una medición con el medidor SPAD-502 Plus (Anexo H ) tomando tres plantas al azar por unidad experimental, en cada una de las plantas se seleccionó la última hoja desarrollada o de vaina abierta. Se midió el contenido relativo de clorofila en la parte media de cada hoja (Figura 3). La muestra se realizó a los 74 DDS y se obtuvo un promedio de cada unidad experimental, para evitar el efecto borde se tomaron las muestras en la hilera central.

El clorofilómetro permite evaluar a través de una simple lectura el resultado del valor correspondiente al contenido relativo de nitrógeno en el área folia sin destruir el tejido vegetal y en el que refleja el estado nutricional del cultivo. Según Martínez y Ocón (2008) el valor inmediato obtenido se calcula en base a la luz transmitida por la hoja en dos longitudes de onda, en las cuales la absorbancia de luz (que es inversamente proporcional a la reflectancia) es diferente.

### Figura 3

Posición de la hoja muestreada (Hoja 2) y punto de muestreo (Medio) para evaluar el efecto de *C. juncea* sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.



### ***Índice de Área Foliar***

La recolección de muestras se hizo a los 74 DDS, se seleccionó la última hoja con vaina abierta en tres plantas de sorgo ubicadas en la hilera central de las cuales fueron promediadas para cada unidad experimental. Se utilizó el equipo CI-202 Medidor Laser de Área Foliar Portátil (Anexo I). La utilización de este equipo que contabiliza el área foliar a través de sensores remotos ha permitido estimar la capacidad fotosintética de las plantas (Intagri 2016).

### ***Análisis de Tejido Vegetal***

A los 73 DDS, cuando el sorgo se encontraba en el estado grano pastoso, se tomaron 3 hojas en plantas al azar por cada unidad experimental para un total de 12 muestras por tratamiento. La hoja seleccionada fue la última hoja con vaina abierta y se llevaron al laboratorio de suelos para su respectivo análisis.

### ***Rendimiento de Biomasa***

A los 110 DDS se determinó la biomasa en peso fresco en cada unidad experimental tomando las plantas establecidas en un metro en dos hileras diferentes para un total de dos metros por

muestra. Se determinó en cada muestra el peso fresco en una balanza de gancho que arrojó como resultado la biomasa de dos metros, los cuales posteriormente se hizo la conversión a t/ha.

Según Abel y Durón (2021) el rendimiento de un cultivo posterior a un cultivo de cobertura está influenciado por la relación carbono-nitrógeno de la biomasa del cultivo y es por esta razón que es recomendable considerar la cantidad de biomasa que los cultivos de cobertura producen y considerar la relación de carbono-nitrógeno al momento de elegir los cultivos de cobertura

### Diseño Experimental

En el establecimiento del ensayo se hizo un arreglo de parcelas divididas con un diseño de Bloques Completos al Azar donde la parcela principal es representada por el cultivo de cobertura y la sub-parcela los niveles de fertilización. Esto debido a que el establecimiento del CC es difícil de aleatorizar por limitaciones de tiempo y al manejar todas las combinaciones posibles de los factores involucrados sacrifica la precisión de la parcela principal por las sub-parcelas. El área total del lote experimental fue de 1008 m<sup>2</sup>, donde se distribuyeron los 10 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, para un total de 40 unidades experimentales (Cuadro 2) de 3.6 metros de ancho y 7 metros de largo para un área total de 25.2 m<sup>2</sup> cada una, en el que constaba de 5 hileras de sorgo de las cuales se evaluaron las centrales, dejando una de cada lado por el efecto borde.

### Cuadro 2

*Distribución de tratamientos en el campo en función de cultivo de cobertura y niveles de fertilización, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Fertilización (%)	Con cultivo de cobertura				Sin cultivo de cobertura			
0	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
25	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
50	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
75	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
100	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4

*Nota.* R: repetición

**Análisis Estadístico**

Las variables se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) estableciendo una separación de medias con el método LSD means PDIFF STDERR ( $P \leq 0.05$ ) y el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS® 2013).

## Resultados y Discusión

### Cobertura Vegetal

Se encontraron diferencias significativas en la interacción Cobertura-fertilización en donde el tratamiento Sin cultivo de cobertura y 0% de fertilización obtuvo el porcentaje de cobertura más bajo mientras que los demás tratamientos compartieron promedios similares (Cuadro 3). Esta observación sugiere que no fue necesario el aporte de nitrógeno con urea para obtener un mayor porcentaje de cobertura vegetal. Estos resultados no concuerdan con lo obtenido por Castillo (2022), quien al evaluar los efectos de la fertilización convencional y biofertilizantes sobre la cantidad y calidad de las pasturas demostró que con la combinación de ambos se obtuvo un mayor porcentaje de cobertura vegetal.

Según Fonseca et al. (2004), el sorgo en sus primeras etapas tiene un crecimiento lento y aprovecha de manera eficiente el N disponible en el suelo logrando satisfacer sus requerimientos fisiológicos incluso con niveles bajos de N aplicados en el suelo.

### Cuadro 3

*Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre la cobertura vegetal en sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Cultivo de Cobertura	Kg N/ha	Cobertura vegetal (%)	
		34 DDS	
Con	83	48.42	a
Con	62	52.35	a
Con	41	50.50	a
Con	20	47.33	a
Con	0	42.54	a
Sin	83	50.39	a
Sin	62	43.48	a
Sin	41	50.83	a
Sin	20	50.22	a
Sin	0	25.49	b
Valor P		0.0335*	
Cultivo de Cobertura			
Con		48.15	
Sin		44.08	
Valor P		ns	

Cultivo de Cobertura	Kg N/ha	Cobertura vegetal (%)	
		34 DDS	
CC*Fertilización			
Valor P		0.0335*	
CV		14.84	

Nota. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ( $P \leq 0.05$ ). ns No significativo ( $P > 0.05$ ), \*\* Muy significativo ( $P < 0.01$ ), \* Significativo ( $P 0.05-0.1$ ). CC: cultivo de cobertura.

### Altura de la Planta

Hubo efecto significativo en la interacción cultivo de cobertura y fertilización a los 34 DDS en donde el tratamiento sin cultivo de cobertura y 0% de urea arrojó la altura promedio más baja en comparación a los demás tratamientos que compartieron el mismo promedio, esta tendencia se mantuvo hasta en el segundo muestreo; sin embargo, se observó una mayor altura promedio en los tratamientos con cobertura y los cinco niveles de fertilización (Cuadro 4). En el factor cobertura se encontró un mayor promedio de altura en los tratamientos que tuvieron la incorporación del CC (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Abel y Durón (2021), quienes al evaluar el efecto de la *C. juncea* L. sobre la altura del cultivo de maíz concluyeron que con el uso de cultivo de cobertura se obtuvo mayores resultados en los tratamientos con abono verde.

### Cuadro 4

*Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre la altura del sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Cultivo de cobertura	kg N/ha	Altura (cm)			
		34 DDS		70 DDS	
Con	83	21	a	198	a
Con	62	20	a	195	a
Con	41	19	a	191	ab
Con	20	19	a	194	ab
Con	0	17	a	162	d
Sin	83	22	a	176	c
Sin	62	18	a	182	b
Sin	41	19	a	181	b
Sin	20	20	a	174	bc
Sin	0	8	b	58	e
Valor P		0.0238*		0.0001**	

Cultivo de cobertura	kg N/ha	Altura (cm)	
		34 DDS	34 DDS
Cultivo de Cobertura			
Con		19.2	187.7 a
Sin		17.4	154.2 b
Valor P		ns	0.0001**
CC*Fertilización			
Valor P		0.0238*	0.0001**
CV		16.99	1.95

Nota. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ( $P \leq 0.05$ ). ns No significativo ( $P > 0.05$ ), \*\* Muy significativo ( $P < 0.01$ ), \* Significativo ( $P 0.05-0.1$ ). CC: cultivo de cobertura.

### Número de Hojas

Se encontraron diferencias significativas en el factor cobertura a los 70 DDS en el que se obtuvo un mayor número de hojas con la incorporación de la crotalaria (Cuadro 5). Este resultado concuerda con lo obtenido por Abel y Durón (2021), quienes al evaluar el efecto de la *Crotalaria juncea* L. sobre el número de hojas en cultivo de maíz compararon el uso de cultivo de cobertura versus los tratamientos sin cultivo de cobertura y reportaron un mayor número de hojas en los tratamientos con crotalaria.

Se identificó un efecto significativo en la interacción cultivo de cobertura y fertilización a los 70 DDS en donde el tratamiento con y sin leguminosa con 0% de urea reportaron el número de hojas más bajo entre los tratamientos (Cuadro 5). Lo observado sugiere que los tratamientos con cobertura y fertilización obtuvieron los promedios más altos.

Estos resultados no concuerdan con lo obtenido por Arauz y Arteta Jhonny (2014), quienes concluyeron que no hubo efecto en la variable número de hojas al usar una combinación de fertilización orgánica y urea en cultivo de maíz. Otro estudio afirma que el número de hojas es una característica propia de la genética de la planta ya que es determinado por la heredabilidad y hay una baja probabilidad de ser afectado por condiciones ambientales (Razquin et al. 2017)

**Cuadro 5**

*Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre el número de hojas del sorgo a los 34 y 70 DDS, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Cultivo de cobertura	Kg de N/ha	Número de hojas		
		34 DDS	70 DDS	
Con	83	5.9	10.4	a
Con	62	5.9	10.1	b
Con	41	5.9	10.5	a
Con	20	5.8	9.9	b
Con	0	5.5	9.2	d
Sin	83	5.5	10.0	b
Sin	62	5.5	9.9	b
Sin	41	5.6	9.8	bc
Sin	20	5.6	9.8	bc
Sin	0	4.9	6.5	e
Valor P		ns	<.0001**	
Cultivo de cobertura				
Con		5.43	10.7	a
Sin		5.37	9.2	b
Valor P		ns	<.0001**	
CC*Fertilización				
Valor P		ns	<.0001**	
CV		3.432	2.16	

*Nota.* Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ( $P \leq 0.05$ ). ns No significativo ( $P > 0.05$ ), \*\* Muy significativo ( $P < 0.01$ ), \* Significativo ( $P 0.05-0.1$ ). CC: Cultivo de cobertura.

**Incidencia de Malezas**

No se encontraron diferencias significativas para la variable malezas (Cuadro 6). Sin embargo, en el factor cultivo de cobertura hubo efecto significativo con el uso de cultivo de cobertura versus tratamiento sin cultivo de cobertura ya que se reportó una menor población de *Cyperus Rotundos* en el tratamiento con crotalaria (Cuadro 6). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Abel y Durón (2021), quienes evaluaron el efecto del cultivo de cobertura sobre las poblaciones de malezas en cultivo de maíz y concluyeron que hubo mayor supresión del *Cyperus rotundus* en el tratamiento con cultivo de cobertura; Sin embargo, Ligña (2014) reportó que no hubo efecto de la crotalaria en el control y reducción de la maleza coyolillo en su estudio sobre el Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas.

La cobertura que proporciona la crotalaria antes de su incorporación y un cultivo de sorgo de rápido crecimiento con extensa cobertura foliar han ayudado a mantener un buen control de maleza (Carrasco et al. 2011).

### Cuadro 6

*Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada en la población de malezas a los 43 DDS, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Cultivo de cobertura	kg de nitrógeno/ha	Malezas/0.25m <sup>2</sup>		
		<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Commelina diffusa</i>	<i>Melampodium divaricatum</i>
Con	83	24.2	5.7	3.8
Con	62	38.2	8.3	6.1
Con	41	23.7	7.2	5.3
Con	20	27.0	9.1	6.8
Con	0	21.2	11.3	7.1
Sin	83	51.3	9.3	6.3
Sin	62	46.1	6.8	6.0
Sin	41	54.5	6.3	6.2
Sin	20	50.7	7.7	4.6
Sin	0	62.0	6.6	12.5
Valor P		ns	ns	ns
Cultivo de Cobertura				
Con		26.89 a	8.342	7.15
Sin		52.95 b	7.40	5.81
Valor P		0.0001**	ns	ns
CC*Fertilización				
Valor P		ns	ns	ns
CV		42.3	46.1	69.9

Nota. Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ( $P \leq 0.05$ ). ns No significativo ( $P > 0.05$ ), \*\* Muy significativo ( $P < 0.01$ ), \* Significativo ( $P 0.05-0.1$ ). CC: cultivo de cobertura.

### Clorofila e Índice de Área Foliar

El análisis estadístico nos indica que no existe diferencia significativa en la interacción cultivo de cobertura y fertilización en el contenido de Clorofila (Cuadro 7). No obstante, en el factor cultivo de cobertura se encontró que al comparar el uso de la leguminosa versus los tratamientos sin leguminosas se obtuvo el promedio más alto de clorofila con el aporte de la crotalaria (Cuadro 7). Lo descrito no concuerda con lo obtenido por Diaz (2014), quien en su estudio sobre la evaluación de

rastrajo de frijol sobre la producción de clorofila en cultivo de maíz demostró que el tratamiento químico presentó un mayor aumento de % de clorofila con respecto a los tratamientos en el que se incorporó la leguminosa.

No se encontraron diferencias significativas para la variable Índice de Área Foliar muestreada a los 74 DDS (Cuadro 7). Sin embargo, un estudio de Carpio et al. (2022) evidenció que la aplicación de fertilizante químico en asociación con abono orgánico promovió la expansión del área foliar del maíz superando al tratamiento de fertilización convencional.

### Cuadro 7

*Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre el contenido de clorofila e Índice de área foliar, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Cultivo de cobertura	kg de N/ha	Clorofila (SPAD)	Índice Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
		74 DDS	
Con	83	45.7	170.8
Con	62	44.3	162.9
Con	41	46.0	168.9
Con	20	45.5	151.6
Con	0	41.1	139.9
Sin	83	41.9	165.7
Sin	62	42.1	170.5
Sin	41	44.7	162.9
Sin	20	44.9	123.6
Sin	0	36.4	127.4
Valor P		ns	ns
Cultivo de cobertura			
Con		44.50 a	159.21
Sin		42.05 b	154.34
Valor P		0.0203**	Ns
CC*Fertilización			
Valor P		ns	ns
CV		7.41	18.85

*Nota.* Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ( $P \leq 0.05$ ). ns No

significativo ( $P > 0.05$ ), \*\* Muy significativo ( $P < 0.01$ ), \* Significativo ( $P 0.05-0.1$ ). CC: cultivo de cobertura.

### Análisis del Tejido Vegetal

En el análisis foliar los valores de nitrógeno en los tratamientos sin CC con 0% de urea están por debajo del rango óptimo de 2.5-4.0 g--/100g respectivamente (Cuadro 8). La observación en campo evidenció un fuerte decrecimiento en el tratamiento sin CC y 0% de urea esto debido a la falta de nitrógeno, encontrándose en Zona de Suficiencia, es decir en una producción que decrece fuertemente debido a la falta de un nutriente (Correndo y García 2012). Mientras que los tratamientos de con y sin CC con 25% de urea estuvieron ligeramente por debajo del límite normal. Los resultados sugieren que los tratamientos Con CC y 75% de urea arrojó el mayor contenido de nitrógeno (Cuadro 8).

### Cuadro 8

*Nitrógeno absorbido a los 75 DDS en el tejido foliar para determinar el efecto de la C. juncea y cinco niveles de fertilización nitrogenada, La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Cultivo de cobertura	Kg de nitrógeno/ha	N g/100g
Con	83	2.82
Con	62	2.87
Con	41	2.66
Con	20	2.48
Con	0	2.39
Sin	83	2.81
Sin	62	2.70
Sin	41	2.66
Sin	20	2.45
Sin	0	1.76
Rango de suficiencia		2.5 - 4.0

### Biomasa en Peso Fresco

Se observaron diferencias significativas al comparar el uso de cultivo de cobertura versus el tratamiento sin cobertura en el que esta última obtuvo el promedio más bajo (Cuadro 9), esto sugiere que hubo un mejor rendimiento de sorgo en toneladas por hectárea con la incorporación de la crotalaria. Este resultado concuerda con los obtenidos por Abel y Durón (2021) quienes demostraron que hubo un efecto significativo de la *C. juncea* L. sobre el rendimiento en biomasa del maíz al

comparar el tratamiento sin cobertura versus el tratamiento con cobertura arrojando un mayor peso en promedio en este último. Además, Miranda et al. (2010) indicaron que con uso de *C. juncea* L. como abono verde favorecieron la producción de biomasa en sorgo forrajero.

### Cuadro 9

*Efecto del cultivo de cobertura y cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en biomasa en sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*

Cultivo de Cobertura	kg de nitrógeno/ha	Peso fresco (ton/Ha)
		110 DDS
Con	83	75.7
Con	62	73.6
Con	41	70.4
Con	20	75.2
Con	0	71.1
Sin	83	57.5
Sin	62	62.9
Sin	41	63.9
Sin	20	67.5
Sin	0	39.3
Valor P		ns
Cultivo de cobertura		
Con		73.1 a
Sin		58.2 b
Valor P		<.0001**
CC*Fertilización		
Valor P		ns
CV		15.47

*Nota.* Valores en la misma columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí según la prueba LSMEANS ( $P \leq 0.05$ ). ns No

significativo ( $P > 0.05$ ), \*\* Muy significativo ( $P < 0.01$ ), \* Significativo ( $P 0.05-0.1$ ). CC: cultivo de cobertura

### Conclusiones

Usar el cultivo de cobertura *Crotalaria juncea* L. como abono verde para la producción del cultivo de sorgo, con fertilización nitrogenada causó una mayor altura y número de hojas en el sorgo. Como también causó un mayor contenido de nitrógeno absorbido. El efecto de la crotalaria favoreció el contenido de clorofila y biomasa fresca. Estos resultados demostraron que se logró mejorar el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo.

El efecto del cultivo de cobertura sin fertilización nitrogenada sobre la composición de la comunidad de malezas fue más eficiente en la supresión de *Cyperus rotundus*.

### **Recomendaciones**

Realizar un análisis de costo y beneficio, con el fin de determinar si la adopción de cultivos de cobertura es viable.

Realizar nuevamente el ensayo con el fin de evaluar el efecto de la crotalaria como abono verde y en combinación de fertilización nitrogenada sobre la composición bromatológica del sorgo.

Evaluar otra especie fijadora de nitrógeno para determinar el efecto sobre distintos niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo o maíz.

## Referencias

- Abel B, 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*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado 06/14/2022]. <http://hdl.handle.net/11036/7036>.
- Agronet. 2022. La *Crotalaria juncea* L., el nuevo cultivo de moda incluido dentro del pago verde de la PAC. Bogotá: Agronet ; [consultado el 18 de jun. de 2022]. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-Crotalaria-Juncea-L-,el-nuevo-cultivo-de-moda-incluido-dentro-del-pago-verde-de-la-PAC.aspx>.
- Alzqueta I, Romano B, Madias Andres. 2022. ¿Cultivos de cobertura previo a los planteos de maíz temprano? [sin lugar]: Agrofy News ; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/162803/cultivos-cobertura-previo-planteos-maiz-temprano>.
- Amézquita E, Rao I, Rivera M, editores. 2013. Sistemas Agropastoriles: Un Enfoque Integrado para el Manejo Sostenible de Oxisoles de los Llanos Orientales Colombia. Cali, Colombia: [sin editorial]. 304 p. ; [consultado el 18 de jun. de 2022]. [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/54575/Sistemas\\_agropastoriles\\_Oxisoles\\_Llanos\\_Orientales\\_Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/54575/Sistemas_agropastoriles_Oxisoles_Llanos_Orientales_Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Boaretto A, Muraoka T, Trevelin P. 2007. Uso Eficiente del Nitrógeno de los Fertilizantes Convencionales. [sin lugar]. 2 p; [consultado el 17 de jun. de 2022]. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/1189A35640D60A0E852579A0006BF734/\\$FILE/Us%20Eficiente%20del%20Nitr%3%B3geno%20de%20los%20Fertilizantes%20Convencionales.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/1189A35640D60A0E852579A0006BF734/$FILE/Us%20Eficiente%20del%20Nitr%3%B3geno%20de%20los%20Fertilizantes%20Convencionales.pdf).
- Capurro J, González M. 2010. Fertilización y cultivos de cobertura en maíz. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 17 de jun. de 2022]. 4 p. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-fertilizacin-y-cultivos-de-cobertura.pdf>.
- Carpio C, Arriaga M, Cervantes Y. 2022. Rentabilidad y producción del maíz VS-535 en respuesta a la fertilización química y biológica. Acta Universitaria. 32. doi:10.15174/au.2022.3285.
- Castillo F. 2022. Efecto de la fertilización convencional y biofertilizantes sobre la cantidad y calidad de las pasturas. [Tesis]. [sin lugar]: Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25787/1/UCE-FAG-CIA-REASCOS%20JAIME.pdf>.
- Correndo A, García F. 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos: Rango de suficiencia de nutrientes en los principales cultivos extensivos. Buenos Aires, Argentina. 8 p; [consultado el 14 de jun. de 2022]. [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/DDBAEC0992C9039F852579B3005ACE5D/\\$FILE/AA%2014.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/DDBAEC0992C9039F852579B3005ACE5D/$FILE/AA%2014.pdf).
- Dias P, Manhães S. 2005. Pasturas Tropicales: Efeito da adubação verde no crescimento de sorgo forrageiro; [consultado el 17 de jun. de 2022]. 27. [https://tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/2005-vol27-rev1-2-3/Vol\\_27\\_rev2\\_05\\_Completa.pdf](https://tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/2005-vol27-rev1-2-3/Vol_27_rev2_05_Completa.pdf).
- El Universo. 2022. Qué es la urea, el imprescindible químico que amenaza con disparar todavía más la escasez global. [sin lugar]: El Universo. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/que-es-la-urea-el-imprescindible-quimico-que-amenaza-con-disparar-todavia-mas-la-escasez-global-nota/>.

- Fonseca A, López, Lenin. 2004. Evaluación del comportamiento agronómico y la eficiencia de nitrógeno para doce líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en el municipio de San Ramón, Matagalpa. [Tesis]. Managua: Universidad Nacional Agraria. 60 p; [consultado el 15 de jun. de 2022]. <https://repositorio.una.edu.ni/1944/1/tnf04f676.pdf>.
- García L. 2006. Uso de Abonos Verdes en Cultivos Agrícolas. Managua: [sin editorial]. 20 p. ; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://repositorio.una.edu.ni/2415/1/RENF04G216.pdf>.
- Guzmán Casado GI, Alonso Mielgo AM. 2008. Uso de abonos verdes. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 22 p. (Buenas prácticas en producción ecológica). ISBN: 978-84-491-0867-9.
- Intagri. 2016. El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz. México: [sin editorial]; [actualizado el 20 de jun. de 2022; consultado el 20 de jun. de 2022]. <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>.
- Li Y, Qingren W, Klassen W. 2012. *Crotalaria juncea*. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 17 de jun. de 2022; consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://docplayer.es/72087519-Yuncong-li-qingren-wang-waldemar-klassen-edward-a-hanlon-jr-2.html>.
- Ligñá m. 2014. Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo.: Control de malezas [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <http://hdl.handle.net/11036/3480>.
- Lollato R, Patrignani A, Ochsner T, Rocateli A, Tomlinson P, Edwards J. Dual Purpose Wheat: Improving Grazing Management Using a Smartphone App [Publicación universitaria]. [sin lugar]: Oklahoma State University. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/dual-purpose-wheat-improving-grazing-management-using-a-smartphone-app.html>.
- Martínez L, Ocón P. 2008. Utilización del Clorofilometro SPAD-502 para diagnosticar la deficiencia del Nitrógeno en sorgo (*sorghum bicolor* L Moench) bajo distintas dosis de Nitrógeno [Tesis]. Matagalpa: Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2062>.
- Miranda N, Góes G, Andrade R. 2010. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. Revista Brasileira de Ciências Agrárias; [consultado el 6 de oct. de 2022]. 5(2):202–206. [https://www.researchgate.net/publication/251079756\\_Sorgo\\_forrageiro\\_em\\_sucessao\\_a\\_adubos\\_verdes\\_na\\_regiao\\_de\\_Mossoro\\_RN](https://www.researchgate.net/publication/251079756_Sorgo_forrageiro_em_sucessao_a_adubos_verdes_na_regiao_de_Mossoro_RN).
- Morales E, Rubí M, Lopez J, Martínez Ángel. 2019. Urea(NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas; [consultado el 11 de ago. de 2022]. 10(8). <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1732/2818>.
- Morán A, Villeda M. 2012. Sorgo Sureño Normal: El Sorgo Tradicional de Honduras de Doble Propósito; [consultado el 18 de jun. de 2022]. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=intormilpubs>.
- Pound B. 2007. Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 13 de dic. de 2007; consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cultivos-cobertura-agricultura-sostenible-america-t27409.htm>.

- Salvador-Castillo JM, Bolaños-González MA, Palacios-Vélez E, Palacios-Sánchez LA, López-Pérez A, Muñoz-Pérez JM. 2021. Estimación de la fracción de cobertura vegetal y contenido de nitrógeno del dosel en maíz mediante sensores remotos. *Terra*; [consultado el 20 de jun. de 2022]. 39. <https://www.redalyc.org/journal/573/57366066021/57366066021.pdf>. doi:10.28940/terra.v39i0.899.
- Shepherd MJ, Lindsey LE, Lindsey AJ. 2018. Soybean Canopy Cover Measured with Canopeo Compared with Light Interception. *Agric. environ. lett*; [consultado el 11 de ago. de 2022]. 3(1):180031. <https://doi.org/10.2134/ael2018.06.0031>. doi:10.2134/ael2018.06.0031.
- Skinner EM, Díaz-Pérez JC, Phatak SC, Schomberg HH, Vencill W. 2012. Allelopathic Effects of Sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.) on Germination of Vegetables and Weeds. *horts*. 47(1):138–142. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.1.138>. doi:10.21273/HORTSCI.47.1.138.
- Stewart BA. 2018. Crops residue management. Hatfield JL, editor. Boca Raton, FL: CRC Press. 231 p. ISBN: 9781351079693.
- Urquijo J. 2015. Calcula el porcentaje de cubierta vegetal con Canopeo. [sin lugar]: Greenapps&web; [actualizado el 7 de mar. de 2018; consultado el 18 de jun. de 2022]. <https://www.greenappsandweb.com/android/calcula-el-porcentaje-de-cubierta-vegetal-con-canopeo/>.

## Anexos

## Anexo A

Registro del más reciente análisis de suelo del lote. La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano,  
Honduras.

LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO		LSZ-F10708-1	
ZAMORANO INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS		Versión V02	
Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025			
Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Procedencia de la muestra
	2021-12-01	2022-03-16	La Vega, Monte Redondo, EAP
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Informe N°
EAP, Zamorano	2022-01	---	2021-317
			Anexo Recomendación
			Sí: No: x

Código interno Lab	Muestra	Textura	g/100g			DAP	pH*	g/100g			mg/kg (extractable)					ds/m
			Arena	Limo	Arcilla	(g/ml)	(H <sub>2</sub> O)	C.O.	M.O.	N <sub>total</sub>	P	K	Ca	Mg	Na	
21-S-2978	Suelo Franco	Franco	32	46	22	0.86	5.81	1.43	2.47	0.12	63	915	1802	208	19	0.95
21-S-2979	Suelo Arenoso	Franco	40	40	20	0.90	5.69	1.19	2.05	0.10	53	774	1600	219	10	0.67
21-S-2980	Suelo Arcilloso	Franco	26	50	24	0.88	5.83	1.49	2.57	0.13	80	894	1806	216	8	0.57

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

**Métodos:** K, Ca, Mg, Na: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. % Carbono Orgánico: Método de Walkley & Black para suelos minerales no salinos. % N total: 5% de M.O. pH: 1:1 en agua: AOAC 994.16 rango de 4,00-10,00. Textura: Método de Bouyoucos. DAP: Método de la probeta. CE: Método

## Anexo B

*Análisis de tejido vegetal a los 77 días después de la siembra para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. como cultivo de cobertura sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en Cultivo de sorgo, Lote La Vega Monte Redondo, EAP Zamorano, Honduras.*



ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO			
<b>LSZ-MC-F31 INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL</b>	Versión	1

Sistema de Gestión de Calidad ISO/IEC 17025

Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Página	Informe N°
Tesis Victor Montenegro	2022-04-29	2022-06-02	1 de 1	2022-130
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Procedencia de la muestra	
EAP, Zamorano	2022-10	Sorgo	EAP, Zamorano	

Código Interno Lab.	Muestra	g/100 g (%)
		N
22-T-1751	Testigo sin	1.76
22-T-1752	25% sin	2.45
22-T-1753	50% sin	2.66
22-T-1754	75% sin	2.70
22-T-1755	100% sin	2.81
22-T-1756	Testigo con	2.39
22-T-1757	25% con	2.48
22-T-1758	50% con	2.66
22-T-1759	75% con	2.87
22-T-1760	100% con	2.82

Metodos: N: AOAC 2001.11.

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

E-mail: [laboratoriosuelos@zamorano.edu](mailto: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 C**

*Lote La Vega Monte Redondo, preparación del sistema de riego por goteo y posterior siembra de la Crotalaria Juncea L. para determinar su efecto sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.*



**Anexo D**

*Establecimiento del cultivo de cobertura a los 60 DDS para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.*



### Anexo E

*Lote La Vega Monte Redondo, fertilización con 27-6-12 al momento de la siembra del sorgo para determinar el efecto del a *Crotalaria Juncea L.* sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.*



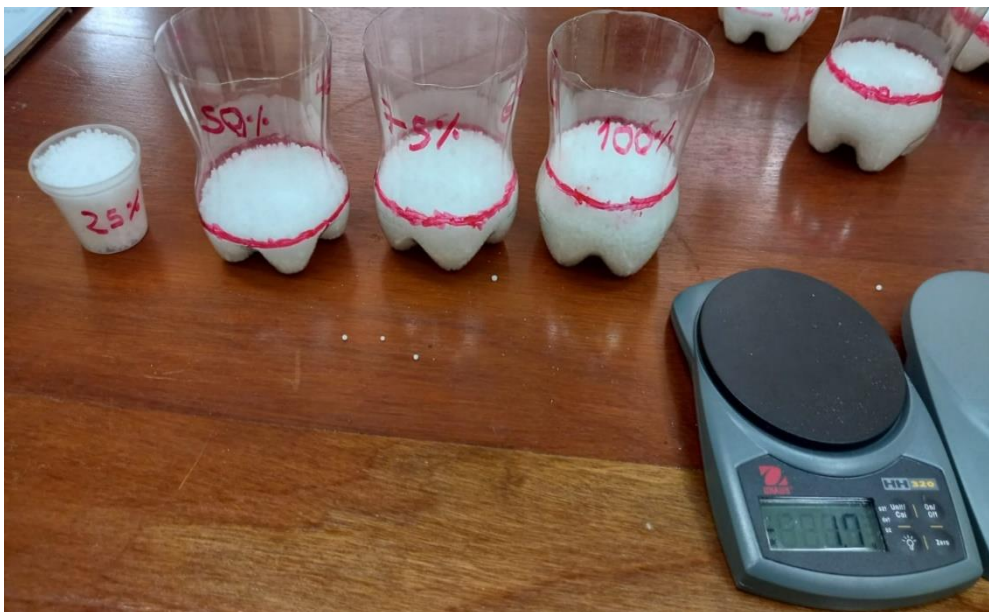
**Anexo F**

*Muestreo de malezas para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.*



### Anexo G

*Dosis de urea requeridas para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.*



## Anexo H

*Muestreo del contenido de clorofila en hoja de sorgo usando el medidor SPAD-502 Plus para determinar el efecto de la *Crotalaria Juncea* L. sobre cinco niveles de fertilización nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.*



## Anexo I

*Muestreo del Índice de Área Foliar en hoja de sorgo usando el CI-202 Medidor Laser de Área Foliar*

*Portátil para determinar el efecto de la Crotalaria Juncea L. sobre cinco niveles de fertilización*

*nitrogenada en cultivo de sorgo, EAP Zamorano, Honduras.*

