



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Uso de abonos verde como estrategia de fertilización
en el cultivo de maíz NB-6 (*Zea mays* L), Masaya
2023**

Autores

Br. Aris Manuel Rodríguez Mendoza

Br. Frank Alexis Zeledón Palacios

Asesor

Ing. M. Sc. Rodolfo Munguía Hernández

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como
requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrícola.

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrícola

Miembros del Comité Evaluador

Ing. Elvin Antonio Lagos Pineda
Presidente

Msc. Martha Elizabeth Moraga
Quezada
Secretario

Msc. Jorge Antonio Gómez Martínez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 01/11/2024

DEDICATORIA

“Si la patria es pequeña, uno grande la sueña”. Primeramente, está dedicado, a **Dios**, por ser mi guía y fortaleza en cada momento de este largo camino en mi formación académica, por darme salud y conocimiento para que este trabajo de investigación sea una realidad.

A mi madre **Santos Marlín Mendoza Ríos** por ser mi motivación para lograr cumplir mi sueño de ser **Ingeniero Agrícola**, quien con su amor incondicional y esfuerzo me ha ayudado en todo momento, gracias a sus valores inculcado he podido enfrentar y superar situaciones difíciles, lo que me ha permitido crecer y desarrollarme tanto personal como profesionalmente.

A mi tía **María Josefa Mendoza Ríos** por haberme respaldado brindándome su apoyo y generosidad, por abrirme las puertas de su hogar y hacerme sentir como en el mío durante mi estancia.

Br. Aris Manuel Rodríguez Mendoza

DEDICATORIA

A **Dios**, por darme la vida, la sabiduría, la fortaleza y el conocimiento para haber llevado a cabo este proyecto, que me permitió desarrollarme como profesional, dándome la inspiración y la solución para enfrentar diversos problemas presentados durante toda mi carrera.

A mi madre **Adelina Palacios**, por haberme instado a seguir adelante en mi vida, creyendo en mi capacidad física y mental para el desarrollo profesional.

A mi papá **Tomas Zeledón**, por haberme apoyado tanto económicamente como emocionalmente, sin su ayuda no lo hubiera logrado.

A mi hermana **Daysi Zeledón**, por haberme apoyado durante toda mi carrera, e inspirado a salir adelante.

A mi novia **Belén González** por haber estado conmigo en los momentos más difícil durante la trayectoria de mi carrera.

Br. Frank Alexis Zeledón Palacios

AGRADECIMIENTO

Quiero darle atributos a **Anielka Michelle Martínez García** y a la familia **Martínez Cortez**, agradezco de todo corazón por su amabilidad y hospitalidad durante este lapso académico universitario.

A mi asesor **Ing. M. Sc. Rodolfo Munguía Hernández** por bríndame sus conocimientos, orientaciones y tiempo desde el primer momento.

A mi Alma Mater, **Universidad Nacional Agraria (UNA)**, principalmente a los docentes de la **Dirección Específicas de Ciencias Agrícolas**, por haberme facilitado las herramientas y los medios necesarios a lo largo de estos años de formación profesional.

También agradezco a todos y cada uno de los trabajadores de la unidad experimental finca **El Plantel** de la **Universidad Nacional Agraria**, ya que su ayuda fue fundamental para que la etapa de campo del trabajo de investigación se llevara a cabo.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer con muchísimo cariño a todas las personas que me dieron **Ray** y me permitieron vivir experiencias inolvidables.

Br. Aris Manuel Rodríguez Mendoza

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, porque sin él no hubiera sido posible cumplir con esta meta propuesta y por no haberme abandonado, en ningún instante durante toda mi trayectoria como universitario.

A mi asesor **Ing. M. Sc. Rodolfo Munguía Hernández**, por haberme brindado un voto de confianza, transmitirme su conocimiento y principalmente por haber dedicado su valioso tiempo en llevar a cabo esta investigación, por haberme instruido en ser un mejor profesional para futuro.

A mi alma Mater, **Universidad Nacional Agraria (UNA)** y a todos los docentes de la **Dirección Específica de Ciencias Agrícolas**, por haberme preparado y brindado herramientas de formación y por sus consejos para mejorar no solo profesional, también personalmente.

También agradezco muchísimo a cada uno de los trabajadores de la unidad experimental finca **El Plantel** de la **Universidad Nacional Agraria**, por habernos ayudado en uno de los momentos más duros de la investigación como fue la etapa de campo y a Julio Centeno, Diego Pérez y Sair Herrera, por haberme ayudado a concluir esta etapa.

Además, quiero dar gracias a las cocineras del comedor de **la Universidad Nacional Agraria**, porque me brindaron su ayuda cuando más necesitaba, gracias a su aportación fue posible la culminación de mi carrera.

Br. Frank Alexis Zeledón Palacios

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ixx
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Origen y distribución del cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L)	4
3.2. Morfología del maíz	4
3.2.1. Raíz	4
3.2.2. Tallo	5
3.2.3. Hoja	5
3.2.4. Flor masculina	5
3.2.5. Flor femenina	5
3.3. Desarrollo fenológico del maíz	5
3.4. Condiciones agroecológicas del cultivo	6
3.4.1. Temperatura	6

3.4.2.	Humedad relativa	7
3.4.3.	Viento	7
3.4.4.	Suelo	7
3.5.	Condiciones agronómicas en el cultivo de maíz	7
3.5.1.	Manejo del cultivo	7
3.5.2.	Nutrición	8
3.5.3.	Riego en el cultivo de maíz	9
3.6.	Abonos verdes	10
3.6.1.	Características de los abonos verdes	10
3.6.2.	Experiencias del uso y manejo de abonos verdes	11
3.6.3.	Leguminosa frijol <i>dolichos lablab</i>	11
3.6.4.	Leguminosa frijol mungo	12
3.6.5.	Leguminosa frijol terciopelo	12
3.6.6.	Leguminosa frijol caupí	12
3.6.7.	Leguminosa frijol gandul	12
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1.	Ubicación del estudio	14
4.2.	Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos	14
4.2.1.	Manejo del ensayo y metodología	14
4.3.	Datos o variables evaluados	16
4.3.1.	Variables de frijoles leguminosas	16
4.3.2.	Variables del cultivo de maíz	18
4.4.	Análisis de datos	19
4.4.1.	Manejo de factores no sujetos a evaluación	19
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21

5.1.	Cultivos antecesores (Fase A)	21
5.1.1.	Maíz	21
5.1.2.	Manejo de leguminosas como abono verde	23
5.2.	Cultivo predecesor (Fase B - maíz)	28
VI.	CONCLUSIONES	31
VII.	RECOMENDACIONES	32
VIII.	LITERATURA CITADA	33
IX.	ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Identificación taxonómica de la especie (<i>Zea mays</i> L)	4
2	Faces vegetativas del maíz, tomado de Yzarra, (s.f), p.48). y Fassio; <i>et al</i> (1998), p. 1)	6
3	Distribución de siembra de diferentes materiales, tomado de JICA, (p. 4) y Guanche (2012)	10
4	Manejo de las especies leguminosas y maíz según fase A y B	16
5	Descripción de la siembra de las especies leguminosas y el maíz	16
6	Comportamiento agronómico de altura de la planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados (cm)	22
7	Comportamiento agronómico del diámetro de tallo de la planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados (mm)	23
8	Comportamiento agronómico del % de cobertura de leguminosas a efectos de los tratamientos evaluados	25
9	Comportamiento agronómico de biomasa de las leguminosas a efectos de los tratamientos evaluados (kg ha ⁻¹)	25
10	Comportamiento agronómico de la aportación de Nitrógeno de las leguminosas a efectos de los tratamientos evaluados	27
11	Comportamiento agronómico de altura de planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados (cm)	28
12	Comportamiento agronómico de diámetro de tallo de la planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados	29
13	Comportamiento agronómico de la concentración de biomasa y cantidad de Nitrógeno a efecto de los tratamientos evaluados	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Mapa de ubicación del área experimental en la finca El Plantel	14
2	Medición de la cobertura de leguminosas	17
3	Corte y medición del peso fresco de biomasa de especies leguminosas	17
4	Peso seco de muestra de biomasa de leguminosas	18
5	Medición de altura de plantas de maíz	18
6	Medición del diámetro de tallo en las plantas de maíz	19
7	Preparación mecanizada de suelo	19
8	Siembra manual en fase A	20
9	Surcado mecanizada en fase B	20
10	Maíz asociado con mungo (T3) en etapa V1 a V6	21
11	Maíz asociado con mungo (T3) fase A	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Concentración de Nitrógeno en materia seca del T1 maíz / maíz fase B	37
2	Concentración de N en materia seca del T2 <i>D. lablab</i> / maíz fase B	38
3	Concentración de N en materia seca del T3 mungo + maíz / maíz fase B	39
4	Concentración de N en materia seca del T4 mucuna / maíz fase B	40
5	Concentración de N en materia seca de T5 caupí / maíz fase B	41
6	Concentración de N en materia seca del T6 gandul / maíz fase B	42
7	Plano de campo	43

RESUMEN

La práctica sobre el uso de abonos verdes en Nicaragua es limitada, aunque se han reportados suelos con daños a causa de la erosión. Se realizó un experimento de campo en la unidad experimental finca El Plantel, con el propósito de analizar el comportamiento agronómico del maíz variedad NB-6 por la incorporación de nutrientes a través de la producción de abono verde de cinco especies de frijol leguminosas y un testigo. Los tratamientos fueron: T1 maíz - maíz, T2 *dolichos lablab* - maíz, T3 asocio de cultivo de mungo + maíz - maíz, T4 *mucuna sp* - maíz, T5 caupí - maíz, T6 gandul - maíz. Se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, parcelas de 11 m x 5 m, para un área total de 1 330 m². Se realizó ANDEVA en las variables de frijoles leguminosas de cobertura del frijol (%), peso fresco de la biomasa (g/m²), peso seco de la biomasa (g/m²) y contenidos de Nitrógeno en la biomasa. Para el caso de maíz fueron altura de plantas (cm), diámetro de tallo (mm), número de plantas con mazorca y rendimiento de biomasa (kg ha⁻¹). En el % de cobertura el mungo mostro un 97.2 % a los 42 dds, caupí con un 98.4 % y *dolichos lablab* con el 96.9 % a los 58 dds. Los tratamientos que presentaron mejores resultados en producción de biomasa para incorporarlos como abono verde fueron caupí como antecesor al maíz aporta 10 599.5 (kg ha⁻¹) seguido de *dolichos lablab* con 9 271.5 (kg ha⁻¹) y *mucuna* con 7 800.5 (kg ha⁻¹). El tratamiento solo maíz alcanzo a los 92 dds un promedio de diámetro de 23.1 mm y una altura del 170.8 cm y el mungo + maíz a los 92 dds un diámetro de 13.7 mm y una altura de 118.2 cm.

Palabras clave: Restauración, conservación, reciclaje de nutrientes, rotación de cultivos, fertilidad.

ABSTRACT

The practice of using green manures in Nicaragua is limited, although soils with erosion damage have been reported. A field experiment was carried out in the experimental unit of the El Plantel farm, with the purpose of analyzing the agronomic behavior of NB-6 variety corn by the incorporation of nutrients through the production of green manure of five species of leguminous beans and a control. The treatments were: T1 corn - corn, T2 dolichos lablab - corn, T3 mungo crop association + corn - corn, T4 *mucuna sp* - corn, T5 cowpea - corn, T6 pigeon pea - corn. They were set up in a randomized complete block design with four replications, plots of 11 m x 5 m, for a total area of 1 330 m². ANDEVA was performed on the variables of legume beans of bean cover (%), fresh weight of the biomass (g/m²), dry weight of the biomass (g/m²) and nitrogen contents in the biomass. In the case of corn, they were plant height (cm), stem diameter (mm), number of plants with cob and biomass yield (kg ha⁻¹). In the % coverage, mungo showed 97.2% at 42 days, cowpea with 98.4% and dolichos lablab with 96.9% at 58 days. The treatments that presented the best results in biomass production to incorporate them as green manure were cowpea as the predecessor to corn contributes 10 599.5 (kg ha⁻¹) followed by dolichos lablab with 9 271.5 (kg ha⁻¹) and *mucuna* with 7 800.5 (kg ha⁻¹). The treatment only corn reached an average diameter of 23.1 mm and a height of 170.8 cm at 92 days and the mungo + corn at 92 days a diameter of 13.7 mm and a height of 118.2 cm.

Key words: Restoration, conservation, nutrient recycling, crop rotation, fertility.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz es clasificado como uno de los cereales de mayor comercialización del mundo, después del sorgo, es uno de los rubros importantes desde el punto de vista alimenticio, no solo para Nicaragua sino también para el mundo, de él se pueden elaborar diferentes tipos de alimentos.

Según García y Plata (2015), indica que el maíz “forma parte de la canasta básica de los nicaragüenses y es de vital importancia ya que constituye la base principal de la seguridad alimentaria y nutricional de Nicaragua esencialmente de la población rural” (p. 7). De él se preparan diferentes platillos para el deleite de los nicaragüenses y de acuerdo con el manejo de fertilidad existen otras alternativas agroecológicas para su producción.

De acuerdo con el Ministerio Agropecuario (MAG, 2022), reporta que “180 000 pequeños productores” se involucran para producir en el ciclo agrícola 2022/2023 alrededor de “8.4 millones de quintales”, que representa “1.5%” mayor si se compara al ciclo del año anterior (párr. 2).

En Nicaragua, la mayoría de los agricultores practica una agricultura tradicional, a menudo mediante sistemas de agricultura migratoria que implican la migración a nuevas áreas de cultivo. Esta práctica provoca la deforestación y la quema de tierras, lo que tiene un impacto negativo en el medio ambiente y contribuye al cambio climático. Además, genera erosión hídrica y eólica, causando un desequilibrio en el ecosistema.

La producción de maíz presenta diferentes obstáculos y uno de ellos “es el bajo rendimiento según Ortigoza *et al.*, (2019) y explica que se atribuye a “la baja fertilidad del suelo causada por las malas prácticas agrícolas, como la labranza sucesiva, la lixiviación rápida de los nutrientes y la erosión acelerada que ocasiona el empobrecimiento químico, físico y biológico del suelo” (p. 15).

Sin embargo, hay que señalar que existen prácticas agrícolas cuya función es la de mejorar las condiciones del suelo en sus propiedades, entre estas se mencionan la rotación de cultivos y asocio de cultivos, es de manejo fundamental para la recuperación de los nutrientes del suelo, ya que estos proporcionan el Nitrógeno, que es uno de los objetivos fundamentales que se quiere alcanzar a través del manejo agronómico el cual tendrá como su mayor impacto en el desarrollo

del cultivo, se busca conservar la húmeda acumulada por la biomasa y ser incorporada al suelo ya que contiene una cantidad de agua que durante el proceso de descomposición se libera e incorpora al suelo y pueda ser aprovechada por el cultivo de maíz durante el crecimiento.

La tecnología sobre abonos verdes es otra alternativa en el manejo de la fertilidad química en los suelos que cultivan los pequeños productores, se está haciendo uso de diferentes tipos de leguminosas, las investigaciones realizadas tratan de explicar la importancia y las potencialidades que tienen dentro del manejo de agroecosistema.

La incorporación de especies de leguminosas en la producción de alimentos es vital, por diversas causas que pueden llegar a mejorar, el recurso suelo y a cosechar productos más saludables, de buena calidad y accesibles para el productor y consumidor.

Según López y Vegas (2004), “existe una gran cantidad y variabilidad de especies que pueden utilizarse como coberturas y abonos verdes, pero en el mayor de los casos las leguminosas han sido las que mejores resultados han mostrado por las características que estas tienen” (p. 8). En este marco, Guzmán y Alonso (2008) consideran que integrar a través de la práctica de “abono verde supone un ahorro económico importante para el agricultor, que debe incorporar a su finca menos fertilizante orgánico (compost, estiércol, etc.) para mantener su producción”, sumando a este planteamiento agregan que “esta fuente barata y autónoma de Nitrógeno debe ser considerada por los agricultores ecológicos” (p. 6).

Con base a las consideraciones anteriores el trabajo de investigación pretende demostrar que el uso de la práctica agrícola de abono verde contribuye a los siguientes aspectos: mejoramiento de la salud del suelo, reduce la dependencia de fertilizantes sintéticos, pueden aumentar la fertilidad natural, ayudan a prevenir la erosión de los suelos y promueven la biodiversidad.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento agronómico del maíz (*Zea mays* L) variedad NB-6 mediante la incorporación de nutrientes a través de la práctica de abono verde en cinco especies de frijol, Finca El Plantel, Masaya 2023.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar cuáles de las especie de frijol evaluadas proporcionan la mayor cantidad de biomasa y nutrientes al suelo a través de la práctica de abono verde.
- Evaluar el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz establecidos en el ciclo productivo de postrera mediante la incorporación de nutrientes a través de la práctica de abonos verdes como antecesor.
- Estimar el rendimiento de materia seca del cultivo de maíz como sucesor con vista hacer incorporado como materia orgánica.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Origen y distribución del cultivo del maíz (*Zea mays* L)

La especie *Zea mays* tiene su origen en América y en particular en “México y la región mesoamericana” (Kato *et al.*, 2009, p. 5), y de acuerdo con Guido (2019) señala que en Nicaragua “fue introducido por los mexicanos con la migración de Nicarao en los Siglos XIII o XIV” (p. 3).

Según el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC, 2007), menciona que:

El maíz comenzó a ser cultivado por el hombre en América hace unos 6 000 a 10 000 años, se difundió en el resto del mundo en los siglos XVI a XVIII, incluyendo a África al sur del Sahara, pero el maíz blanco se convirtió en un importante alimento básico en el este y el sur de África entre los años 20 y los 30. El maíz es el cultivo de mayor relevancia a nivel mundial por el volumen de su producción (p. 3).

Según Cabrerizo (2012), la “clasificación del maíz puede ser botánica o taxonómica, comercial, estructural, especial y en función de su calidad” (Citado por Guacho, 2014, p. 4). En el cuadro 1, se describe la taxonomía.

Cuadro 1. Identificación taxonómica de la especie (*Zea mays* L)

Reino	Subreino	División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Vegetal	Embriobionta	Angiospermae	Monocotyledoneae	Poales	Poaceae	<i>Zea</i>	<i>mays</i>

3.2. Morfología del maíz

Es una especie monocotiledónea que se caracteriza por tener “crecimiento rápido (3-5 meses)” (Cruz, 2013). Es monoica, aunque sus partes reproductivas se encuentran separadas en la misma planta.

3.2.1. Raíz

Según Guacho (2014), describe que las raíces del maíz “son fasciculadas y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias” (p. 6).

3.2.2. Tallo

Gaitán y Mendoza (2013), mencionan que el mismo autor anterior describe que el tallo “es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los cuatro metros de altura, además es robusto y no presenta ramificaciones” (p. 7).

3.2.3. Hoja

Según Loáisiga (2002) señala que:

La hoja es el órgano que surge y envuelve al tallo, la compone la vaina que rodea el entrenudo, lígula que lo protege y la lámina que es la parte verde y que comprende la zona donde se da la mayor actividad fotosintética de la planta (Citado por Gaitán y Mendoza, 2013, p. 11).

3.2.4. Flor masculina

Esta se encuentra en la parte superior de la planta y se le conoce como espiga y tiene como función la producción de polen, la flor es el órgano sexual reproductivo de la mayoría de las plantas, la parte masculina se llama androceo y está compuesta por los estambres.

3.2.5. Flor femenina

Se localiza en la parte intermedia de la planta, nacen de las axilas de las hojas, dando origen a los estigmas de los elotes tiene como función la producción de óvulos lo cuales dan orígenes a los granos o semillas, se forman en torno al olote y son cubiertas por las brácteas en conjunto se les llama mazorcas.

3.3. Desarrollo fenológico del maíz

Para el cultivo de maíz se han considerado las siguientes etapas: Etapa 1: Siembra – emergencia, Etapa II: Emergencia – panoja, Etapa III: Panoja – Espiga y Etapa IV: Espiga – maduración. La suma de las cuatro etapas constituye el ciclo de vida del maíz. Cada una de ellas está influenciada por los elementos meteorológicos que en su conjunto constituyen el clima de una localidad (Oñate, 2016, p. 8).

Cuadro 2. Fases vegetativas del maíz, tomado de Yzarra (s.f., p.48). y Fassio, *et al* (1998, p.1)

Etapas	Descripción de procesos	Estado
I	Emergencia	Aparición de las plántulas por encima de la superficie del suelo.
II	Aparición de hojas	Comienza desde que aparecen las dos primeras hojas, debiéndose anotar como fase “dos hojas”, y así sucesivamente de acuerdo con el número de hojas que vayan saliendo hasta el inicio de la fase panoja. V1 primer par de hoja V2 segundo par de hoja V3 tercer par de hoja V(n) n hoja
III	Panoja	Se observa salir la panoja de la hoja superior de la planta, sin ninguna operación manual que separen las hojas que la rodean. R1 panojamiento
	Espiga	Salida de los estigmas, se produce a los ocho o diez días después de la aparición de la panoja. R2 estigma R3 granulación
IV	Maduración – Lechosa	Se ha formado la mazorca; y los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso. R4 grano lechoso
	Maduración – Pastosa	Los granos de la parte central de la mazorca adquieren el color típico del grano maduro. Los granos, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa. R5 grano pastoso R6 grano dentado
	Maduración – Córnea	Los granos de maíz están duros. La mayoría de las hojas se han vuelto amarillas o se han secado. R7 madurez fisiológica

3.4. Condiciones agroecológicas del cultivo

3.4.1. Temperatura

El maíz es un cultivo que produce un mayor rendimiento a temperaturas moderadas y un suministro adecuado de agua, con excepción en la zona alta donde su crecimiento llega hasta los ocho meses; su adaptación oscila entre 0 – 2 500 (m.s.n.m.) (Cruz, 2013, párr. 7).

En general requiere una temperatura de entre 24.4 a 35.6 °C, una media de 32 °C es la temperatura óptima para lograr una buena producción. Requiere una importante cantidad de luz solar, reduciendo los rendimientos en zonas de clima húmedo por efecto de la nubosidad que interfiere en la radiación solar. Para una buena germinación en semillas la temperatura del suelo debe estar entre los 15 a 27 °C. Puede soportar temperaturas mínimas de 8 °C y máximas de 39

°C, pero a partir de los 40 °C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes y una baja polinización (Cruz, 2013, p. 7).

3.4.2. Humedad relativa

Según Pinanjota (2020), señala que “se trata del grado de agua en estado gaseoso presente en los gases de la atmósfera, estado que alcanza durante su ciclo hídrico, al evaporarse” (p. 11). Cuanto mayor sea el tiempo de demora de la cosecha, mayor será la pérdida de humedad del grano, lo cual sería una ventaja en cuestión de inversión para secar semillas, hasta un nivel de almacenamiento, sin embargo, cuanto más tiempo transcurra en el campo mayor será la posibilidad de sufrir ataques por insecto u otros tipos de plaga.

3.4.3. Viento

El viento, al igual que los otros factores ambientales como el agua, la temperatura, la radiación, etc., pueden jugar un doble rol positivo y negativo, si se tiene en cuenta su acción como vehículo en el transporte de polen y la diseminación de semillas (Golberg, 2010, p. 2). Un viento muy fuerte puede transformarse en un agente destructivo para los cultivos, en cuanto un viento moderado puede proporcionar condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plagas y enfermedades.

3.4.4. Suelo

Los suelos más apropiados para la producción de maíz son los francos o francos arcillosos con buen drenaje. Los factores físicos, químicos y ambientales son los que determinan la capacidad de producción de estos suelos. El mayor porcentaje de estos suelos se encuentran en los valles, específicamente en los departamentos de Olancho, El Paraíso, Cortés, Yoro, y las regiones de Litoral Atlántico y Occidente del país de Honduras; normalmente estos suelos se encuentran en los márgenes de los ríos, los que están expuestos a erosiones e inundaciones periódicas (Cruz, 2017, p. 8).

3.5. Condiciones agronómicas en el cultivo de maíz

3.5.1. Manejo del cultivo

Ávila *et al.*, (2014) menciona que:

En los sistemas de siembra en el noroeste existen varios métodos, el método convencional consiste en la siembra de maíz en surcos con separaciones de 75 a 92 cm y a una sola hilera, generalmente se hace a tierra venida, lo que ayuda a eliminar la primera tanda de malezas al sellar la humedad en los sistemas de labranza convencional o reducida o al revestir el surco en la siembra con labranza mínima. La densidad de siembra varía de 60 a 110 mil plantas por hectárea siendo más común trabajar con surcos a 80 cm y con poblaciones de 65 000 plantas por ha (p. 53).

Según Lardizábal (2012) describe que:

En sus primeros estados vegetativos hasta V6 se requiere que “el cultivo de maíz se debe mantener libre de malezas hasta la etapa V6”, debido a que “las plantas pequeñas no pueden competir bien y si les toca competir, lo hacen a base de perder rendimiento. Así que la planta de germinada a V6 debe estar 100 % libre de malezas para poder dar el potencial de producción de la variedad” (p. 8).

Ávila, *et al* (2014) enfatiza que:

En los sistemas agrícolas se presentan una serie de factores que interaccionan entre ellos y que son los responsables en la producción final de un cultivo, dentro de estos factores podemos mencionar las condiciones climáticas como de los más importantes, calidad del suelo y del agua, y su aplicación oportuna en los sistemas bajo riego la presencia de plagas y microorganismos que afectan directamente el desarrollo de la planta y la presencia de plantas no deseada en el predio (maleza), por ende se recomienda en la agricultura regenerativa el uso de abonos orgánicos, ya que estos ayudan a mejorar la producción. Así como también realizar prácticas adecuadas de control de malezas, un correcto manejo de plagas y enfermedades a su debido tiempo (p. 68).

3.5.2. Nutrición

Según el IICA (2014) afirma que:

La demanda de Nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que, al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la

mitad del total extraído durante todo el ciclo. Los híbridos de alto rendimiento en grano necesitan unos 30 kilogramos de Nitrógeno por cada tonelada de grano producida (Citado por Altamirano y Barrera, 2019, p. 10).

Por otra parte, Gaspar y Tijerina (S.F) confirman que: Al tener en cuenta este comportamiento, el diagnóstico de la fertilización en nutrientes de alta movilidad debe realizarse para cada cultivo en particular apuntando a un nivel de producción probable. Mientras que, en nutrientes de baja movilidad, la planificación de la fertilización debe pensarse en términos de aumentar el contenido del nutriente en el suelo por encima de los umbrales de respuesta y puede, además, realizarse teniendo en cuenta la rotación, ya que es probable que tenga efectos residuales (p. 1).

Tanto Folguera y Gentiletti (2021-2022) afirman que:

Los nutrientes considerados esenciales en maíz ejercen de manera directa e indirectamente consecuencias en las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo. Entre los que se destacan se encuentran el Nitrógeno (N), el Fosforo (P), Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg) y Zinc (Zn). Estos cumplen funciones estructurales y son a su vez constituyentes de enzimas y de transporte y regulación osmótica (Citado por Ioele y Folguera, 2019, p. 1).

3.5.3. Riego en el cultivo de maíz

Con respecto al riego, Ávila *et al.* (2014) puntualiza que:

La planta de maíz requiere una lámina de riego entre 20 a 30” (50 a 75 cm) durante el ciclo para lograr un buen rendimiento. Un déficit de humedad en maíz produce una reducción en el rendimiento en cualquier etapa del cultivo de tal manera que si ocurre un déficit de humedad antes de la etapa de espigamiento (VT) reduce el rendimiento de grano en un 10 a 20%, siendo mayor la reducción entre espigamiento y grano (p. 62).

Lo cual es explicado por (Cruz, 2013) que indica que:

El Agua en forma de lluvia es necesaria y benéfica ya que en ciertas ocasiones existe un control de plagas en forma natural, sobre todo cuando la planta está en el período

de crecimiento. Una variedad tropical de maíz con un ciclo de cultivo de 120 días requiere aproximadamente de 600 a 700 mm de agua durante su ciclo vegetativo (p. 7).

3.6. Abonos verdes

3.6.1. Características de los abonos verdes

Según Guanche (2012), se entiende “por abono verde el uso de determinadas plantas, tanto individualmente como mezcladas, generalmente de crecimiento rápido, que preceden o suceden a los cultivos comerciales, con el fin de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo” (p. 2).

El manejo de la materia orgánica para efectos de nutrición de las plantas se debe garantizar la sincronización entre la descomposición de residuos y liberación de nutrientes con las posibilidades de absorción de elementos minerales por el cultivo, por ello menciona que los abonos verdes.

García (2006), menciona que:

Después de su incorporación al suelo, la biomasa incorporada, se descompone rápida o lentamente dependiendo de la calidad del residuo. La descomposición generalmente es rápida en las primeras semanas de incorporada y luego sigue su proceso lento. La liberación del Nitrógeno contenido, (así como del resto de nutrimentos) sigue el mismo patrón de la descomposición de la biomasa. Por tanto, si conocemos el patrón de descomposición y/o de mineralización del Nitrógeno, y conociendo la curva de absorción de nutrientes por el cultivo, podemos definir el momento en que debe establecerse la leguminosa respecto del cultivo, y cuándo incorporarla al suelo (p. 11).

Cuadro 3. Distribución de siembra de diferentes materiales, tomado de JICA, (p. 4) y Guanche (2012)

Especies	Distancia (m) entre surco y postura (para producción de abono verde)	Distancia (m) entre surco y postura (para producción de semilla)
Canavalia	0.9 – 1.0 x 0.6; 3 semillas/postura	1.0-1.5 x 0.8; 2-3 semillas/postura
Mucuna	0.9 -1.5 x 0.8; 3 Semillas/postura	1.5-2.5 x 1.5; 3 semillas/postura
Gandul	0.90-1.0 x 0.2; 3 semillas/postura	1.0 x 0.4; 3 semillas/postura
Dolichos	0.9 -1.5 x 0.6; 3 semillas/postura	1.5-2.5 x 1.5; 3 semillas/postura
Crotalaria	0.90-1.0 x 0.2; 3 semillas/posturas o chorro seguido	1.0 x 0.4; 3 semillas/postura

Guanche (2012) señala que: “con el uso de abonos verdes podemos aportar al suelo entre 2.5 a 4 kg por metro cuadrado de material vegetal, que se transformará en humus, con lo cual podemos reducir los aportes de estiércol animal si no disponemos de él” (p. 6).

3.6.2. Experiencias del uso y manejo de abonos verdes

Desde 1989, en Nicaragua se impulsó el uso de abonos verdes para incrementar los rendimientos en cultivos, especialmente de granos básicos como el maíz y el sorgo. Los estudios iniciales realizados por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (García, 2006, p.5).

Adicionalmente, las leguminosas ejercen un buen control de malezas. En suelos arenosos del ingenio Magdalena en Guatemala “se redujo la presión de malezas en un 62 y 42 por ciento con la siembra de *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis* respectivamente en comparación con el suelo sin nada en donde las malezas crecieron libremente” (Pérez *et al.*, (s.f), p. 165).

Según Ramos *et al.*, (s, f), señala que las especies leguminosas “algunos productores lo asocian con maíz, colocando dos semillas de canavalia, por cada tres posturas de maíz. Esta siembra se hace al mismo tiempo o como máximo 15 días después de sembrado el maíz” también se puede manejar como mono cultivo con diferentes tipos de especies de leguminosas. También explica que se inicia con limpia de malezas para luego sembrar las semillas de especies leguminosas como abono verde. En parcelas con topografía con pendientes se siembran por postura con el uso de chuzo o macana. En suelos con topografía plana, se puede sembrar de la misma forma que en laderas. Si se dispone de bueyes o maquinaria agrícola para preparar el suelo, se puede sembrar en surcos (p. 2, 3).

Es necesario el control de malezas en los primeros 30 días. Si se hace buena limpia antes de la siembra, solo se requiere de una limpia más, ya que las leguminosas que se recomiendan está el gandul, canavalia, *d. lablab*, *mucuna* y *crotalaria* (p. 3).

3.6.3. Leguminosa frijol *dolichos lablab*

Según Beckett (2004), señala que:

El frijol *lablab purpureus* (o *dolichos lablab*) es una leguminosa subtropical y tropical versátil fijadora de Nitrógeno. Vale la pena señalar los muchos usos agrícolas y

alimenticios. Dependiendo de la variedad y las prácticas regionales, el “lablab” puede usarse potencialmente para consumo humano, para animales y forraje. Es una leguminosa de múltiples propósitos que puede usarse como cultivo de cobertura, abono verde, control de erosión y para eliminar maleza. El “Lablab” se siembra más ampliamente en áreas subtropicales de África, Centro y Sudamérica, las Indias Occidentales, el Sudeste de Asia e Indonesia (párr. 1).

3.6.4. Leguminosa frijol mungo

Según Echo community (s.f), se describe que el frijol mungo (*Vigna radiata*) es una leguminosa anual, erecta o semierecta, que alcanza alturas de hasta 1,25 m. Produce de 4 a 30 flores amarillas o verdes por racimo que se convierten en vainas pubescentes. Las hojas son alternas y trifoliadas” (párr. 1).

3.6.5. Leguminosa frijol terciopelo

Las formas trepadoras de (*Mucuna pruriens*) crecen con rapidez, como enredaderas que trepan y crecen de 6 – 8 m de largo. Las hojas son grandes y trifoliadas con folíolos laterales de 7–15 cm de largo, 5–12 cm de ancho. Las flores son violáceas o blancas, que resultan en vainas de 4-13 cm de longitud (Echo community, s.f., párr. 1).

3.6.6. Leguminosa frijol caupí

Al respecto Aramendiz et al., (2016)

El frijol Caupí (*Vigna unguiculata* (L.) walp) es originario de África Occidental y Central, desde Senegal hasta Etiopía, con mayor diversidad en Etiopía. Del África pasó a la India unos 100 a 500 años A.C en donde se formó un centro secundario de variabilidad del cual se derivan muchos de los cultivares modernos “(Citado por Castillo y Rodríguez, 2024, p. 4).

3.6.7. Leguminosa frijol gandul

El gandul (*Cajanus cajan* L. Millps) es una leguminosa arbustiva erguida de 1,5 a 2,5 m de altura, originario de África. Sus hojas tienen en la superficie glándulas pequeñas y son trifoliadas. los racimos axilares que llegan a medir 10 centímetros, sus flores son de color amarillo, en ocasiones presentan unas estrías de color rojas. La vaina de coloración rojiza, la

cual esta comprimida. Se caracteriza por su capacidad de fijar Nitrógeno atmosférico al suelo y sus raíces ayudan a des compactar el suelo (Beltrán, 2020, párr. 1).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El presente estudio se estableció en la unidad experimental finca El Plantel (Figura 1) propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya, en las coordenadas $12^{\circ}6'57.65''$ de latitud Norte y $86^{\circ}5'10.61''$ longitud Oeste, este estudio se llevó a cabo de abril a diciembre 2023.

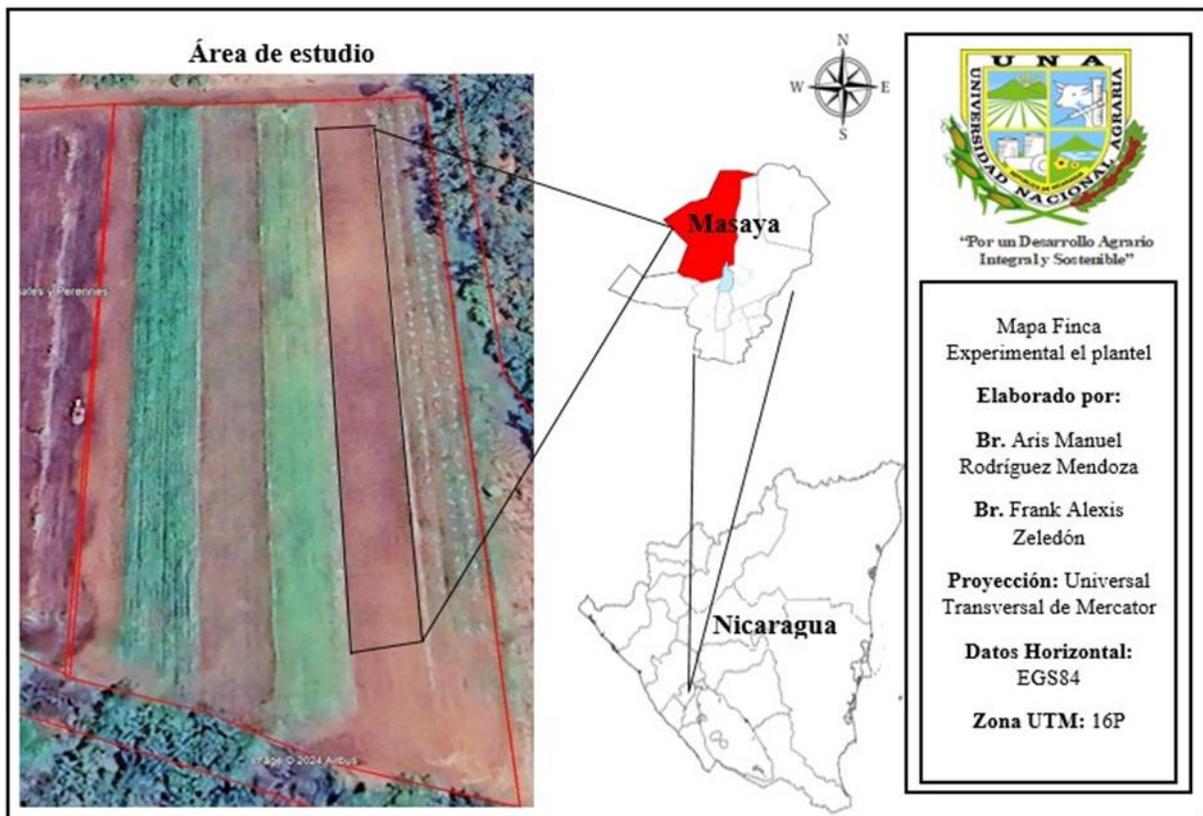


Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental en la finca El Plantel

4.2. Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos

4.2.1. Manejo del ensayo y metodología

La metodología empleada consistió en el establecimiento en campo de las fases A y B, que permitieron cumplir con los objetivos establecidos que a continuación se describen: fase A) establecimiento de especies leguminosas como abono verde y fase B) establecimiento y manejo de maíz variedad NB-6, para ambas fases se utilizó un experimento unifactorial en un diseño de

Bloques Completos al Azar (BCA) con seis tratamientos y cuatro bloques; el área de la parcela útil que corresponde a cada tratamiento es de 55 m² (11 m x 5 m), cada bloque con un área de 330 m² (30 m x 11 m) y un metro de separación entre bloques para un área total del experimento de 1 320 m² (120 m x 11 m).

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Es el valor medio de las variables medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado.

i = Tratamientos (1, 2, 3, 4, 5, 6)

j = Bloques (1, 2, 3, 4)

μ = Media muestral de todas las variables

β_i = Efecto del i -ésimo tratamiento de cultivo antecesor y sucesor

α_j = Efecto de i -ésimo bloque

ε_{ij} = Error experimental

Desarrollo de la Fase A

En esta fase se utilizaron cinco especies de frijoles leguminosas (mungo, *d. lablab*, *mucuna*, caupí, gandul), las que se establecieron no asociadas según tratamiento (Cuadro 4), la especie mungo se estableció asociada al cultivo de maíz variedad NB-6, así como también se definió un tratamiento testigo solo con el cultivo de maíz de la misma variedad.

Desarrollo de la Fase B

La fase consistió en establecer solo maíz variedad NB-6 en las seis parcelas por bloque, (Cuadro 4) cabe destacar que en el tratamiento donde se asoció mungo + maíz en la fase A fue replicado en la fase B, sin embargo, en esta fase las semillas de mungo germinaron menos del 50 % debido a una baja calidad de semilla fue establecido a los 20 días después de la siembra del maíz, adicionalmente la sombra brindada por el crecimiento del maíz afectó el crecimiento del mungo.

Cuadro 4. Manejo de las especies leguminosas y maíz según fase A y B

Tratamiento	Fase A	Fase B	Descripción
1	Maíz	Maíz	Maíz / Maíz
2	Dolichos lablab	Maíz	Dolichos lablab / Maíz
3	Mungo + Maíz	Maíz	Mungo + Maíz / Maíz
4	Mucuna	Maíz	Mucuna / Maíz
5	Cowpea	Maíz	Cowpea / Maíz
6	Gandul	Maíz	Gandul / Maíz

A continuación, en el Cuadro 5 se describen las condiciones de siembra de las diferentes especies leguminosas y el maíz.

Cuadro 5. Descripción de la siembra de las especies leguminosas y el maíz

Tratam	Nombre común	Norma de siembra (kg ha ⁻¹)	Semillas por golpe	Distancia (cm)	Surcos por parcela	Semillas en 55 m ²	Especie
T1	Maíz	39.62	3	80 x 30	6	220	NB-6
T2	Dolichos	25.56	3	90 x 25	5	150	Dolichos lablab
T3	Maíz	39.62	3	80 x 30	6	220	NB-6 + Vigna radita
	Mungo	28.11	Chorrio	30	12	158	
T4	Terciope lo	49.20	2	80 x 40	6	307	Mucuna deeringianum
T5	Cowpea, Caupí, Pin pin	34.50	2	50 x 30	10	190	Vigna unguiculata
T6	Gandul	34.50	3	50 x 30	10	150	Cajanus cajan

4.3. Datos o variables evaluados

4.3.1. Variables de frijoles leguminosas

Cobertura del frijol (%)

Se colocó un cuadrante de PVC de un m² en medio de dos surcos de leguminosas (Figura 2), se hicieron tres mediciones en diagonal a la parcela experimental, para determinar el % de cobertura se observó el suelo descubierto y suelo cubierto por la leguminosa estimándose el porcentaje de vegetación de estas que cubren el suelo. Esta actividad se realizó el 18 de mayo (28 dds) dándole seguimiento cada 15 días. Esta actividad no se realizó en la segunda fase por la ausencia de las especies de leguminosas según el tratamiento.



Figura 2. Medición de la cobertura de leguminosas

Peso fresco de la biomasa (g por m²)



Figura 3. Corte y medición del peso fresco de biomasa de especies leguminosas

En área de la parcela experimental se establecieron dos puntos de muestreo al azar, en cada uno se utilizó un cuadrante (tubos de pvc de ½ pulgada) de 1 m², en esta área se cortó la vegetación formada por la leguminosa, se recolecto en un saco macen, para pesarla en peso fresco (Figura 3). Este procedimiento, en el frijol mungo se realizó a los 40 y 45 dds.

Peso seco de la biomasa (g por m²)

La muestra de biomasa fresca de 300 g por tratamiento proveniente del campo se puso al horno a una temperatura de 65 °C, por un período de 3 a 5 días hasta peso constante (Figura 4). Pasado esos días se pesó la muestra en estado seco, dicho valor se utilizó para obtener un coeficiente k el cual se obtuvo de dividir el peso seco de la muestra / peso fresco de la muestra por 100. Dicho coeficiente se utilizó para multiplicar el peso fresco de campo de cada parcela y obtener el peso seco de campo.



Figura 4. Peso seco de muestra de biomasa de leguminosas

Contenidos de Nitrógeno en la biomasa de leguminosas

De las muestras de biomasa seca de cada especie de leguminosa por bloque de cada tratamiento se obtuvo una muestra compuesta, la cual fue entregada al Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA) propiedad de la UNA, para determinar el contenido de Nitrógeno en la biomasa, dicho valor se utilizará para obtener el total de N de la biomasa total por parcela la cantidad del elemento mineral por unidad de área que se estará incorporando como abono verde a través del manejo de podas.

4.3.2. Variables del cultivo de maíz

Altura de plantas (cm)

Por tratamiento y parcela experimental se seleccionaron 10 plantas en los surcos centrales del área (cinco plantas por surco), se midió con una cinta métrica desde la superficie del suelo hasta el vértice de las últimas hojas emergidas (Figura 5) y en el estado de la floración hasta el ápice de la panícula, esta actividad se realizó el 23 de mayo del 2023 y se le dio seguimiento cada 15 días. Este mismo procedimiento fue realizado en la segunda fase.



Figura 5. Medición de altura de plantas de maíz

Diámetro de tallo (mm)

El diámetro se midió con un vernier a 10 cm de la superficie del suelo de la base del tallo en 10 plantas seleccionadas al azar, se realizó cada 15 días en las dos fases de la investigación (Figura 6).

4.4. Análisis de datos

Los datos de las variables provenientes de las especies de leguminosas y del cultivo de maíz se organizó una base de datos en hoja electrónica Excel 2016, posteriormente se utilizó la herramienta de análisis estadístico SAS 9.1 a cada variable el análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si existen diferencias estadísticas o no entre los tratamientos en ambas fases de investigación. Posteriormente se aplicó separación de media de rangos múltiples de Tukey a un error de 5 % y determinar cuál de los tratamientos tuvo el mejor comportamiento agronómico en base a los datos medidos.



Figura 6. Medición del diámetro de tallo en las plantas de maíz

4.4.1. Manejo de factores no sujetos a evaluación



Figura 7. Preparación mecanizada de suelo

Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó el 19 abril 2023, de forma mecanizada con un pase a ras del suelo con la chapodadora, se aplicó un pase de arado de disco liso a una profundidad de 30.48 cm y tres pases de grada (Figura 7), posteriormente para la fase B de campo se realizó el 31 de agosto del 2023 y el 7 de septiembre 2023 se aplicaron pases de grada respectivamente.

La siembra se realizó el 20 abril 2023, se estableció el trazado de las áreas de cada tratamiento y bloque para el cual se necesitó surcador, estacas, mecate nylon, cintas, semillas y azadón, se hizo la colocación de lienzo para empezar a rayar manualmente el suelo (Figura 8), la siembra

se realizó de forma manual, la germinación ocurrió el 27 de abril del 2023, la fase B se realizó el 7 de septiembre 2023, el trazado se hizo de forma mecanizada (Figura 9) y siembra manual, se mantuvo la localización de las mismas áreas por tratamiento, dado que hubo deficiente germinación menor del 80 % en las parcelas se procedió a su resiembra principalmente del maíz.

El manejo de plagas se realizó el monitoreo, a partir del 9 de mayo del 2023 y posteriormente cada 15 dds se observó en cada planta afectación o no, se utilizó una tabla de campo para anotar las observaciones de igual manera se realizó en la segunda etapa.



Figura 8. Siembra manual en fase A



Figura 9. Surcado mecanizada en fase B

El control de malezas en la primera fase se realizó cada 15 días, se inició el 5 mayo y se finalizó el 19 de julio del 2023, esta actividad se repitió un total de 6 veces que fueron necesarias para la cual se utilizaron machete y azadón. Para la segunda fase el control de malezas se realizó cada 15 días se inició el 30 de septiembre finalizando el 14 de noviembre del 2023, esta actividad se repitió un total de 4 veces las cuales fueron necesarias donde se utilizaron las siguientes herramientas machete y azadón.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Cultivos antecesores (Fase A)

5.1.1. Maíz

Los resultados que a continuación se muestran corresponden a los tratamientos donde la siembra incluyó en la fase A como cultivos precedentes al maíz de la fase B. Para este caso se utilizaron dos variantes maíz en asocio con mungo y solo maíz. El resto de los tratamientos corresponde al uso de diferentes especies de leguminosas como el cultivo precedente por lo que no se podrán hacer comparaciones con respecto a las variables del cultivo de maíz.

Altura de plantas de maíz (cm)

De acuerdo con González, *et al.* (2015), menciona que “la altura de la planta es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, pero se puede ver afectada por la acción conjunta de los cuatros factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes” (Citado por Vílchez, 2022, p. 20).

En el análisis de varianza para la variable altura de planta de maíz a los 47 días después de la siembra (dds) resulto ser estadísticamente no significativa ($p < 0.863$), alcanzando valores similares para ambos tratamientos evaluados (Cuadro 6). Mientras que a partir de los 62 dds hasta la última medición el ANDEVA resultó diferente estadísticamente ($p < 0.0001$) donde el tratamiento T1 solo maíz alcanzo una altura de 128.8 cm superior al T3 (Figura 10). Estos mismos resultados se manifiestan en las mediciones realizadas a los 77 y 92 dds alcanzando el



Figura 10. Maíz asociado con mungo (T3) en etapa V1 a V6

T1 una máxima altura de 170.8 cm superior al T3 (Cuadro 6).

Dicho comportamiento del maíz asociado con mungo (T3), se debió al rápido crecimiento del mungo (T3) que provoca competencia (sombreamiento en la etapa vegetativa V1 a V6) ocasionando un crecimiento lento y que al final no logró tener el crecimiento esperado, tal como

ocurre cuando hay una alta competencia de las malezas y no se controla en esta etapa fenológica tal como es expresado por Lardizábal (2012).

Los resultados obtenidos para la altura de planta en el presente experimento de maíz a los 62 dds son inferiores a los reportados por Zamora y Benavides (2003), en el mismo período alcanzando 137.60 cm en la altura de planta utilizando como testigo a la variedad NB-S, reportando que en su área tuvo condiciones de presencia de abundantes residuos en el suelo, y altos contenidos de nitrógeno y materia orgánica.

Cuadro 6. Comportamiento agronómico de altura de la planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados (cm)

Tratamientos fase A	Días después de la siembra			
	47	62	77	92
T1 Maíz	86.1 a	128.8 a	146.2 a	170.8 a
T3 Maíz - Mungo	85.5 a	102.8 b	110.5 b	118.2 b
Prob F	0.863	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Diámetro de tallo de plantas de maíz (mm)

Según Rocha, et al. (2019) plantean que:

El crecimiento de los diferentes órganos de la planta es un proceso fisiológico complejo que depende directamente de la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la diferenciación entre otros y que además están influenciado por factores como temperatura, intensidad de luz, densidad de la población, cantidad de la semilla, disponibilidad de agua y de nutrientes. (Citado por Arriaza y Mendieta. 2019, p. 12).

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el diámetro de tallo de las plantas de maíz en las mediciones realizadas a los 47, 62, 77 y 92 dds los tratamientos fueron estadísticamente significativos ($p < 0.0001$). La separación de media de Tukey demostró que a

los 47 dds que el T1 fue superior en 16.7 mm con respecto al T3 que alcanzo un diámetro de 9.7 mm (Cuadro 7).

El comportamiento mostrado en el maíz asociado con mungo se debió al crecimiento rápido de éste; el maíz en su primera etapa vegetativa V1 a V4 (hasta 30 dds) tiene un crecimiento y desarrollo lento que fue superado rápidamente por la leguminosa (Figuras 10 y 11).



Figura 11. Maíz asociado con mungo (T3) fase A

La respuesta obtenida en el experimento de maíz en la medición realizada a los 47 dds son inferiores a los obtenidos por Castro y

Maltez (2013), medidos a los 48 dds los que obtuvieron 1.65 cm (16.5 mm) de diámetro de planta utilizando como testigo a la variedad NB-S, en el área establecida donde se llevó a cabo el trabajo de investigación estuvo bajo condiciones de fertirriego por goteo.

Cuadro 7. Comportamiento agronómico del diámetro de tallo de la planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados (mm)

Tratamientos fase A	Días después de la siembra			
	47	62	77	92
T1 Maíz	16.7 a	18.0 a	20.7 a	23.1 a
T3 Maíz - Mungo	9.7 b	11.6 b	12.5 b	13.7 b
Prob F	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

5.1.2. Manejo de leguminosas como abono verde

Las leguminosas, son una estrategia de fertilización indirecta más utilizados para la agricultura amigable con el ambiente, aparte de ser utilizadas para la regeneración del suelo, también ayuda a disminuir los costos de producción con respecto a la parte de nutrición y control de malezas en correspondencia al cultivo que se desee establecer predecesor.

Cobertura de las leguminosas (%)

Conforme a los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la variable cobertura de las especies de leguminosas en las mediciones realizadas a los 28, 43, 58 y 93 días después de la siembra (dds) utilizando el marco cuadrado (m^2) y de forma visual se determinó el grado de cobertura de estas utilizadas bajo el enfoque de abonos verdes para su incorporación al suelo.

El análisis de varianza realizado a el porcentaje de cobertura de las diferentes especies de leguminosas fue estadísticamente significativo ($p < 0.0001$) en todas las mediciones realizadas, hay que señalar que se manejaron con podas con la finalidad de provocar rebrote y una mayor producción de biomasa, por lo que en el caso de mungo, el primer corte se realizó 50 dds, mientras que las especies caupí, *d. lablab*, *mucuna* y gandul fue realizado el corte a los 64 días después de la siembra. Un segundo corte fue realizado a los 97 dds para todas las especies.

El tratamiento antecesor al maíz que mejor cobertura alcanzó fue el frijol caupí desarrollando una cobertura del 98.4 % a los 58 dds, posterior fue realizada poda a los 64 dds, el frijol mungo asociado con maíz, alcanzó un 97.2 % de cobertura a los 43 dds, a esta especie se le realizó poda a los 50 dds debido a su rápido crecimiento y floración. Mientras que el frijol *d. lablab* presentó cobertura del 96.9 % a los 58 dds, antes de la primera poda la cual se realizó a los 64 dds.

Después de la primera poda realizada la medición de cobertura muestra que el caupí tuvo un buen comportamiento obteniendo un 97 % a los 93 dds, mientras que *d. lablab* la cobertura alcanzada fue menor con un 71.1 %. Las especies *mucuna* y mungo su respuesta a la poda para rebrote fue menor (Cuadro 8). Mientras que gandul después de la poda realizada no tuvo respuesta en la brotación de ramas debido a que el corte se realizó cerca de la superficie del suelo y estas no responden en esa condición, el corte o poda debió ser a mayor altura.

Conforme a los resultados obtenidos, la especie de leguminosa con mayor cobertura (97 %) sobre el suelo fue caupí, dicho resultado fue superior con respecto a los obtenidos por Velado (2020), con las especies de leguminosa *canavalia ensiformis* y *dolichos lablab* obteniendo valores de 72 % y 50 % de cobertura sobre el suelo respectivamente, mientras *d. lablab* en el experimento fue muy superior (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comportamiento agronómico del % de cobertura de leguminosas a efectos de los tratamientos evaluados

Tratamiento fase A		Días después de la siembra			
		28	43	58	93
T1	Maíz	0.00 c	0.00 d	0.00 d	0.00 d
T2	Dolichos lablab	16.3 b	73.6 b	96.9 a	71.1 b
T3	Maíz + Mungo	48.3 a	97.2 a	0.00 d	33.5 c
T4	Mucuna	12.3 b	66.5 b	92.5 b	49.2 c
T5	Caupí	47.2 a	94.1 a	98.4 a	97.0 a
T6	Gandul	10.5 bc	28.6 c	83.1 c	0.00 d
Prob F		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Biomasa de leguminosas (kg ha⁻¹)

La producción de biomasa es una de las características que más se destacan en las especies de leguminosas, esto se debe al valor nutritivo que presentan en su composición y en particular el nitrógeno que aportan al suelo a través del manejo como abono verde, adicionalmente ayudan a prevenir la erosión del suelo y reducen la presencia de malezas.

En referencia a los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la variable biomasa en materia seca de las leguminosas se observa que a la poda 1 y poda 2 (Cuadro 9) resultaron ser estadísticamente significativos ($p < 0.0001$).

Cuadro 9. Comportamiento agronómico de biomasa de las leguminosas a efectos de los tratamientos evaluados (kg ha⁻¹)

Tratamientos		Materia seca (kg ha ⁻¹)		
		Poda 1	Poda 2	Total
T1	Maíz	0.00	0.00	0.00
T2	D. lablab	5 937.8 ab	3 333.8 a	9 271.5 b
T3	Maíz + Mungo	3 762.5 c	1 472.5 c	5 235.0 d
T4	Mucuna	5 117.1 b	2 683.3 b	7 800.5 c
T5	Caupí	6 659.0 a	3 940.4 a	10 599.5aA
T6	Gandul	3 335.0 c	0.00 d	3 335.0 e
Prob F		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Para la poda uno, de acuerdo con el análisis de varianza el tratamiento con caupí fue superior estadísticamente al resto de tratamientos con un aporte de 6 659 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento *d. lablab* con 5 937.9 kg ha⁻¹, la respuesta dado por estas especies en la poda dos fueron también

estadísticamente diferentes, la cantidad de materia seca medida fue de 3 940.4 kg ha⁻¹ y 3 333.8 kg ha⁻¹ respectivamente, por ello, el aporte total de materia seca alcanzada llega fue de 10 599.5 kg ha⁻¹ para caupí y de 9,271.5 kg ha⁻¹ en *d. lablab* (Cuadro 9).

Los resultados obtenidos por la especie de leguminosa mungo durante la primera poda da un total de 3 762.5 kg ha⁻¹ muy inferior a los producido por caupí y *d. lablab*, la capacidad de rebrote del frijol mungo en la poda dos tuvo una respuesta menor produciendo 1 472.5 kg ha⁻¹, de igual manera inferior a las dos especies mencionadas anteriormente.

La producción de materia seca de gandul en el experimento fue de 3 335 kg ha⁻¹ muy por encima de los resultados obtenidos por López y Castellón (2002) que reportó un balance de 1 523.27 kg ha⁻¹.

Concentración y contenidos de Nitrógeno

El Nitrógeno (N) tiene mucha importancia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, a partir de este indicador podemos deducir cuanto es el aporte en kg ha⁻¹ que proporcionan la incorporación de materia seca de las leguminosas manejadas como abonos verdes, las concentraciones de N que se acumulan en la biomasa puede representar cantidades suficientes de este elemento para el crecimiento de las plantas en el ciclo siguiente de un cultivo, es un agregado clave como sustituto de fertilizantes y una forma de fertilización agroecológica.

El reporte entregado por el Laboratorio de Suelo y Agua (2023) de la UNA, los niveles de concentración en el material vegetativo de las especies de leguminosas que mayor aporte de N en la primera incorporación (poda uno) fueron caupí y *d. lablab* con 3.94 % y 3.95 % respectivamente, con respecto a la segunda incorporación (poda dos) la mayor concentración de este elemento fueron *d. lablab* y caupí con 3.16 % y 2.5 % respectivamente (Cuadro 10). El porcentaje de N de la especie caupí dio una concentración que supera a los resultados obtenidos por Gaitán y Mairena (2017) reportando éste a los 30 dds un valor de 3.61 %; en cambio con mungo reportó una concentración de 3.06 % mayor que la obtenida en el estudio. Los mismos autores reportaron a los 90 dds que las especies de frijol caupí reportaron una concentración de 2.23 %, mungo y canavalia obtuvieron una menor concentración de N, hubo una reducción debido al resultado de dilución a medida que se va creciendo la planta y se aproxima a la etapa de floración, la concentración disminuye debido al aumento de volumen de biomasa.

En el análisis de varianza para la variable N incorporado desde la materia seca de las leguminosas, se observó en la poda uno y dos resultaron ser estadísticamente significativos ($p < 0.0001$), donde los tratamientos que aportan mayor cantidad de N en la poda uno fueron las especies caupí siendo superior con 262.3 kg ha^{-1} y seguidamente *d. lablab* aportando 234.5 kg ha^{-1} . En la poda dos las leguminosas que mayor aportación tuvieron fueron *d. lablab* siendo superior 105.3 kg ha^{-1} con respecto al tratamiento caupí con 98.5 kg ha^{-1} , según el análisis de separación de media de Tukey.

Cuadro 10. Comportamiento agronómico de la aportación de Nitrógeno de las leguminosas a efectos de los tratamientos evaluados

Tratamientos fase A		Nitrógeno (%)*		Nitrógeno incorporado (kg ha^{-1})		
		Poda 1	Poda 2	Poda 1	Poda 2	Total
T1	Maíz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	D. lablab	3.95	3.16	234.5 a	105.3 a	339.8 a
T3	Maíz + Mungo	2.81	2.95	105.7 c	43.4 c	149.1 c
T4	Mucuna	3.70	2.78	189.3 b	74.5 b	263.9 b
T5	Cowpea	3.94	2.5	262.3 a	98.5 a	360.8 a
T6	Gandul	3.40	-	113.3 c	0.00 d	113.3 c
Prob F				< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

*Reporte de Laboratorio de Suelos y Agua 2023

5.2. Cultivo predecesor (Fase B - maíz)

Altura de planta (cm)

La medición realizada a los 66 dds, resultó ser estadísticamente no significativo ($p < 0.1836$), (Cuadro 11) dando un rango de alturas en los diferentes tratamientos que van de 145.4 a 192.5 cm. Sin embargo, logran mayor altura el T5 (caupí / maíz) con 192.5 y T4 (*mucuna* / maíz) con 187.3 (Cuadro 11). Dichos resultados de la altura de la planta son mayores con respecto a la variable mungo / maíz del estudio realizado por Carazo y Romero (2000) a los 66 dds con 171.87 cm la variable mungo, el cual fue establecido como mono cultivo, *mucuna* con 170.62 cm, estos resultados no mostraron diferencia estadística, entre sí.

Similar comportamiento estadístico no significativo tuvo las mediciones realizadas a los 25 dds (0.5165) 38 dds (0.1674) y 52 dds (0.2734), sin embargo, en la medición última de plantas de maíz se puede destacar al tratamiento caupí / maíz alcanzando una altura de 192.5 cm., el resto de los tratamientos osciló entre 145.4 a 187.3 cm.

Cuadro 11. Comportamiento agronómico de altura de planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados (cm)

Tratamiento fase B	Días Después de la siembra			
	25	38	52	66
T1 Maíz / Maíz	26.2	58.3	126.0	145.4
T2 D. lablab / Maíz	24.7	72.7	161.1	170.9
T3 Mungo + Maíz / Maíz	27.7	79.0	166.7	186.9
T4 Mucuna / Maíz	28.2	83.4	172.5	187.3
T5 Cowpea / Maíz	30.1	76.8	168.7	192.5
T6 Gandul / Maíz	30.2	80.1	164.8	185.2
Prob F	0.5165	0.1674	0.2734	0.1836

Diámetro de tallo (mm)

El tratamiento con mayor diámetro de tallo como cultivo sucesor a los 52 dds fue T4 (*mucuna* / maíz) con 14.1 mm. Mientras tanto a los 66 dds el ANDEVA realizado no presenta diferencia significativa ($p: 0.0716$), y es congruente con la separación de media de Tukey al no presentar categorías, siendo que los tratamientos que alcanzaron un valor más alto a los 66 dds, son T4 (*mucuna* / maíz) 18.6 mm con un valor superior a T1 (maíz / maíz) 14.8 mm. Con respecto al resto de tratamientos se encontraron en condiciones intermedia (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comportamiento agronómico de diámetro de tallo de la planta de maíz a efectos de los tratamientos evaluados

Tratamientos fase B		Días después de la siembra	
		52	66
T1	Maíz / Maíz	10.4 b	14.8
T2	Dolichos lablab / Maíz	12.7 ab	17.6
T3	Mungo + Maíz / Maíz	12.7 ab	16.8
T4	Mucuna / Maíz	14.1 a	18.6
T5	Cowpea / Maíz	12.9 ab	16.8
T6	Gandul / Maíz	13.7 ab	17.6
Prob F		0.0453	0.0716

Materia seca de maíz, concentración y extracción de N

En el Cuadro 13, se puede observar la variable materia seca de las plantas de maíz, resultando estadísticamente significativos ($p < 0.02$) donde el T3 (mungo + maíz / maíz) aporta una biomasa seca de 6 816.0 kg ha⁻¹, el T2 (*d. lablab* / maíz) produce 6 746.7 kg ha⁻¹ y el T4 (*mucuna* / maíz) con 6 712.9 kg ha⁻¹ de materia seca siendo superiores al resto de los tratamientos (Cuadro 13).

En el análisis de varianza para la variable N extraído por las plantas de maíz como cultivo sucesor (Cuadro 13), resultó ser estadísticamente significativo ($p < 0.0001$), donde de mayor extracción fueron: T4 (*mucuna* / maíz) con 57.73 kg ha⁻¹ y T5 (caupí / maíz) con 50.15 kg ha⁻¹, superando al resto de los tratamientos evaluados que aportaron entre 27.70 a 34.76 kg por hectárea de N extraído por las plantas de maíz de la incorporación por las leguminosas y de las reservas que dispone el suelo.

Cuadro 13. Comportamiento agronómico de la concentración de biomasa y cantidad de Nitrógeno a efecto de los tratamientos evaluados

Tratamientos fase B		Materia seca Maíz (kg ha ⁻¹)	N extraído por maíz (kg ha ⁻¹)	Concentración N en materia seca Maíz (%)
T1	Maíz / Maíz	4 541.1 b	27.70 b	0.61
T2	Dolichos lablab / Maíz	6 746.7 a	34.40 b	0.51
T3	Mungo + Maíz / Maíz	6 816.0 a	29.99 b	0.44
T4	Mucuna / Maíz	6 712.9 a	57.73 a	0.86
T5	Cowpea / Maíz	5 764.5 ab	50.15 a	0.87
T6	Gandul / Maíz	6 438.0 ab	34.76 b	0.54
Prob F		0.02	<0.0001	

Conforme a los resultados del análisis de tejido vegetal del cultivo de maíz en cuanto al contenido de N dado por el Laboratorio de Suelo y Agua (2023) de la UNA, la concentración de este en materia seca de maíz fue mayor en T5 (caupí / maíz) la concentración de N con un valor de 0.87 % seguido de T4 (*mucuna* / maíz) con 0.86 % (Cuadro 13).

VI. CONCLUSIONES

La mayor concentración de Nitrógeno en materia seca se obtuvo en la siembra de maíz como sucesor a la siembra de caupí, mientras que el maíz como sucesor de *mucuna* extrajo la máxima cantidad de Nitrógeno.

El frijol caupí como antecesor a la siembra de maíz mostró mayor cobertura vegetal con un 97 % a los 93 dds, y mayor aporte de biomasa y concentración de Nitrógeno.

El tratamiento maíz como antecesor (fase A) a la siembra de maíz (monocultivo, fase B) mostro la mayor altura de plantas (170.8 cm) y diámetro de tallo (23.1 mm). En el tratamiento caupí / maíz, en la siembra de maíz como sucesor alcanzó la mayor altura de las plantas, mientras que el mayor diámetro de tallo de maíz se obtuvo como sucesor en el tratamiento *mucuna* / maíz.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendamos a los productores de maíz la siembra de leguminosa caupí y *mucuna* como cultivo antecesor, de acorde a nuestro estudio, son las especies que tienen mayor aporte de Nitrógeno al suelo y su posterior disponibilidad que significa una forma eficiente de obtener nutrientes y mayor rendimiento.

Difundir entre la comunidad científica, técnicos y productores los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación a través de talleres, congresos, encuentros con productores, entre otros.

VIII. LITERATURA CITADA

- Altamirano Silva, M. y Barrera Carmona, N. (2019). *Evaluación del plan de fertilización a través del software Smart Fertilizer versus manejo referencial en el cultivo del maíz (Zea mays L.) en el municipio de El Jicaral departamento de León, periodo de postrera agosto-diciembre 2019* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/9110/1/247372.pdf>
- Arriaza Corea, J. E. y Mendieta Barrera, E. J. (2023). *Relación de la luna y su efecto en el crecimiento y rendimiento de cultivos de maíz (Zea mays L.), frijol (Phaseolus vulgaris L.) y pipián (Cucurbita argyrosperma Huber), Diriamba 2019* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. [tnf01a775.pdf \(una.edu.ni\)](http://riul.una.edu.ni/tnf01a775.pdf)
- Ávila Miramontes, J. A., Ávila Salazar, J. M., Martínez Heredia, D. y Rivas Santoyo, F. J. (2014). *Cultivo del Maíz Generalidades y Sistemas de Producción en el Noroeste*. Universidad de Sonora. <https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20MAIZ.pdf>
- Beckett, C. (2004). *Dolichos lablab: una leguminosa que alimenta a personas, a animales y al suelo*. Echo communityBe. <https://www.echocommunity.org/es/resources/c82a56e2-82a2-4ac1-9873-c4bff04e1480>
- Blandón Molina, F. y Ramírez Guzmán, B. (2016). *Estabilidad estructural de los agregados del suelo en la finca, El Plantel municipio de Tipitapa*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3328/1/tnp33b642.pdf>
- Beltrán, E. (2020). Ficha técnica gandula (Cajanus cajan). Info Pastos y Forrajes.com. <https://infopastosyforrajes.com/leguminosa-arbustiva/guandul/>
- Castro Moreno, E. H. y Maltez Gutiérrez, D. D. (2013). *Efectos de tres Laminas de Riego y Momento de Aplicación 150 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, sobre el crecimiento del maíz (Zea mays L.) Variedad NB-S y Rendimiento del Chilote, a una Densidad de 1 25 000 Pts. ha* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria,]. Repositorio Institucional. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04c355.pdf>
- Carazo Munguía, J.S. y Romero Vílchez, L. F. (2000). *Evaluación de las concentraciones y extracciones de macro y micronutrientes por el cultivo de maíz (Zea mays L.) bajo la incorporación de diferentes abonos verdes en el suelo* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf61c262.pdf>
- Castillo Espinoza, L. J., y Rodríguez Sobalvarro, Y. A. (2024). *Caracterización morfológica del frijol Caupí (vigna unguiculata (L). walp) en la finca Santa Rosa, Managua, 2023* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4738/1/tnf62c352.pdf>

- Cruz–Núñez, O.F. (2013). El cultivo del maíz, manual para el cultivo de maíz en Honduras, *Secretaría de agricultura y ganadería dirección de ciencia y tecnología agropecuaria.*, 3(2), 7. <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Manual-cultivo-de-maiz--G.pdf>
- Cruz–Núñez, O.F. (2017). El cultivo del maíz, manual para la producción del cultivo del maíz en Honduras, 3(2), 8. *Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria secretaria de agricultura y ganadería.* <https://dicta.gob.hn/files/2017-El-cultivo-del-maiz,-g.pdf>
- Echo community (s.f). *Frijol mungo. Habichuela mungo, judía mungo.* <https://www.echocommunity.org/es/resources/2f10f5a6-ca70-48c6-954c43bc38cbab0e>
- Echo community (s.f). *Frijol Terciopelo Trepador Variedades.* https://www.echocommunity.org/es/plants/137/plant_varieties
- Fassio, A.; Carriquiry, A.I.; Tojo, C. y Romero, R. (1998). *Maíz: aspectos sobre fenología.* (101.ed.). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2844/1/111219240807135855.pdf>
- Folguera, J.P. y Valentín, G. (2021). Ensayo de nutrición en maíz. Campaña 2021. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/13528/INTA_CRC_ordoba_EEAMarcosJuarez_Ioele_J_Ensayo_nutricion_en_maiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guanche García, A. (2012). Los abonos verdes. *Agro Cabildo Cabildo de Tenerife.* https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_454_abonos_verdes.pdf
- Gaitán Mendoza, J.P y Mendoza Pacheco, C.A. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de 33 accesiones de maíz (Zea mays L.) colectadas en Nicaragua, Tisma, Masaya, Postrera 2011* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2187/1/tnf30m539c.pdf>
- García Centeno, L. (2006). *Uso de abonos verdes en cultivos Agrícolas.* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria. Por un desarrollo Agrario Integral y Sostenible. 10, 5-6]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2415/1/RENF04G216.pdf>
- Guzmán Casado, G.L., y Alonso Mielgo, A.M. (2008). Buenas prácticas en producción ecológica *Uso de abonos verdes.* Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino / Gobierno de España. https://agricultura.gencat.cat/web/.content/03-agricultura/pae/publicacions-material-referencia/produccions-agricoles/adobat/uso_abonos_verdes.pdf
- García, Zeledón, A.J., y Plata Suncing, V.R. (2015). *Estructura, evolución y transformación productiva del maíz en Nicaragua para el periodo 2009-2013.* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/3900/12/7999.pdf>
- Guacho Abarca, E.F. (2014). Caracterización Agro-Morfología del Maíz (*Zea mays L.*) de la Calidad San José de Chazo. [Tesis Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>

- Guanche García, A. (2012). Los abonos verdes. Agro Cabildo Cabildo de Tenerife. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_454_abonos_verdes.pdf
- Guido Martínez, C. (2019). El maíz en la cultura ancestral de Nicaragua. <https://nicaraguaeduca.mined.gob.ni/wp-content/uploads/2023/04/No-4-El-Maiz-en-la-cultura-ancestral.pdf>
- Golberg, A. D. (2010). El viento y la vida de las plantas. *Revista de la facultad de ciencias agraria*. 42(1), 221-243. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837646017.pdf>
- Gaspar, L., y Tejerina, W. (sf). Fertilización del cultivo del maíz. Agro Estrategias consultores. <https://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20-%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
- Gaitán Hernández, M.D. y Mairena Trejos, H.I. (2017). *Cuantificación de la fijación biológica de nitrógeno por cuatro especies de leguminosas mediante el método de abundancia natural* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04g144.PDF>
- Kato Yamakake, T.A.; Mapes Sánchez, C.; Mera Ovando, L.M.; Serratos Hernández, J.A. & Bye Boettler, R.A. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F] https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/Origen_deMaiz.pdf
- Lardizábal, R. (2012). Manual de producción de maíz bajo el manejo de cultivo. Republica de los Estados Unidos de América (USAID). <https://dicta.gob.hn/files/2012,-Manual-de-produccion-de-maiz,-G.pdf>
- Laboratorio de suelo y agua. (2023). <https://www.una.edu.ni/laboratorio-de-suelos-y-agua/>
- López Fernández, N.G. y Castellón Zelaya, J.A. (2002). *Estudio de tres distancias de siembra, en la producción de biomasa, proteína y fibra brutas del gandul (Cajanus cajan, (L.) Millsp), En suelo Franco Arenoso, Managua*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/768/1/tnf011864t.pdf>
- López Silva, A.A y Vega Norori, I. (2004). *Cultivos de Cobertura para Sistema de Cultivos Perennes*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2408/1/nf081864.pdf>
- Ministerio Agropecuario (2022). Ciclo agrícola 2022 reportó 8.4 millones de quintales en la producción de maíz. <https://www.mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=68:produccion-de-maiz-nicaraguese&catid=11>
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (2007). Maíz Blanco Nicaragua. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/NE71N583m.pdf>
- Otigoza Guerreño, J.; López Talavera, C.A. y González Villalba, J.D. (2019). Guía técnica cultivo de maíz. Proyecto Paquetes Tecnológicos.

https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf

- Oñate Zúñiga, L.A. (2016). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo del maíz (Zea mays) var. Blanco Arinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos* [Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias]. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/865934c1-955f-44ed-82a1-f71bb91b33b5>
- Pinanjota Pacheco, D.C. (2020). *Determinación de las fechas de siembra de al temporal para arveja, maíz y papa en la Estación experimental Santa Catalina* [Tesis de Ingeniería, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21986/3/T-UCE-0004-CAG-282.pdf>
- Plúa Merchán, R.L. (2021). *Evaluación de abonos verdes sobre las características físicoquímicas del suelo en el cultivo de maíz en el recinto guanábano del Canatón Pajá*. [Tesis de Maestría, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROSA%20PLUA.pdf>
- Pérez, O.; Hernández, F., López, A.; Balañá, P., y Solares, E. (s.f). Potencial del uso de abonos verdes (Leguminosas) en el cultivo de caña de azúcar en Guatemala. *CENGICANA* <https://cengicana.org/files/20150902101618624.pdf>
- Ramos, H.N.; Núñez, M.J.; Gómez, S.; Campos, J.R.; Díaz, M. y Bolaños, L. (s.f). Abonos verdes. Proyecto para el Apoyo a Pequeños Agricultores en la zona Oriental (PROPA-Oriente). https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_11.pdf
- Velado Hernández, R.A. (2020). *Evaluación de cuatro leguminosas como cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras* [Tesis de Ingeniería, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25c07276-7cbf-4cb9-9702-dbc30c5cc571/content>
- Vilches González, J.J. (2022) *Evaluación de dosis de fertilización convencional y biofertilizantes en el cultivo de maíz (Zea mays L.), UNA, Managua, 2021-2022* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4577/1/tnf04v699.pdf>
- Yzarra Tito, W.J. (s.f) Manual de Observaciones Fenológicas. *Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Zamora, G.A. y Benavides Sevilla, V.A. (2003). *Evaluación del Efecto de la Fertilización Mineral y Orgánica (Gallinaza) en el Crecimiento y Rendimiento del cultivo de Maíz (Zea mays L.) Variedad NB-S en la estación Experimental “La compañía”, Época de primera 2002*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1861/1/tnf04a748.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Concentración de Nitrógeno en materia seca del T1 maíz / maíz fase B



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)
Formato del sistema de gestión
Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 **Versión 02**



Fecha de recepción de muestra: 4/4/2024
Fecha de Muestreo: 4/4/2024
Entidad: NA
Contacto: Aris Manuel Rodríguez Mendoza
Descripción de la muestra: Maíz
Código/LABSA: P-2024-0018

Fecha emisión/Informe: 17/4/2024
Fecha/análisis: 17/04/2024
Finca: El Plantel
Municipio: Tipitapa
Departamento: Managua
Informe No. 11656

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimétrico]
Nitrogeno	0,61	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Emisión Atómica]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C_org	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H ^o)	N/A	%	[Gravimétrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

Se indica con asterisco los parámetros dentro del alcance de Acreditación

Leyenda:

N/D: No detectado

N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Centeno
Director de LABSA
NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

-----FIN DE ESTE INFORME-----

Anexo 2. Concentración de N en materia seca del T2 d. lablab / maíz fase B



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)



Formato del sistema de gestión
Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 **Versión 02**

Fecha de recepción de muestra: 4/4/2024
 Fecha de Muestreo: 4/4/2024
 Entidad: NA
 Contacto: Aris Manuel Rodríguez Mendoza
 Descripción de la muestra : Dolichos
 Código/LABSA: P-2024-0013

Fecha emisión/Informe: 17/4/2024
 Fecha/análisis: 17/04/2024
 Finca: El Plantel
 Municipio: Tipitapa
 Departamento: Managua
 Informe No. 11651

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimétrico]
Nitrogeno	0,51	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Emisión Atómica]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C_org	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H ^o)	N/A	%	[Gravimétrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

Se indica con asterisco los parámetros dentro del alcance de Acreditación

Leyenda:

N/D: No detectado

N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Centeno
 Director de LABSA
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

-----FIN DE ESTE INFORME-----

Km 12 y 1/2 Carretera Norte, Central telefónica: 22331501, 22331354, 22331899.
 Ext.: 5252, 5251. Email: labsa@ci.una.edu.ni

Anexo 3. Concentración de N en materia seca del T3 mungo + maíz / maíz fase B



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)
Formato del sistema de gestión



Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 Versión 02

Fecha de recepción de muestra: 4/4/2024
 Fecha de Muestreo: 4/4/2024
 Entidad: NA
 Contacto: Aris Manuel Rodriguez Mendoza
 Descripción de la muestra : Mungo
 Código/LABSA: P-2024-0016

Fecha emisión/Informe: 17/4/2024
 Fecha/análisis: 17/04/2024
 Finca: El Plantel
 Municipio: Tipitapa
 Departamento: Managua
 Informe No. 11654

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimetrico]
Nitrogeno	0,44	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Emisión Atómica]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C_org	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H ^o)	N/A	%	[Gravimetrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la **responsabilidad** del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

Se indica con asterisco los parámetros dentro del alcance de Acreditación

Leyenda:

N/D: No detectado

N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Centeno
 Director de LABSA
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

-----FIN DE ESTE INFORME-----

Km 12 y 1/2 Carretera Norte, Central telefónica: 22331501, 22331354, 22331899.
 Ext.: 5252, 5251. Email: labsa@ci.una.edu.ni

Anexo 4. Concentración de N en materia seca del T4 *mucuna* / maíz fase B



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)
Formato del sistema de gestión



Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 Versión 02

Fecha de recepción de muestra: 4/4/2024
 Fecha de Muestreo: 4/4/2024
 Entidad: NA
 Contacto: Aris Manuel Rodríguez Mendoza
 Descripción de la muestra : Terciopelo
 Código/LABSA: P-2024-0015

Fecha emisión/Informe: 17/4/2024
 Fecha/análisis: 17/04/2024
 Finca: El Plantel
 Municipio: Tipitapa
 Departamento: Managua
 Informe No. 11653

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimétrico]
Nitrogeno	0,86	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Emisión Atómica]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C_org	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H ²)	N/A	%	[Gravimétrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

Se indica con asterisco los parámetros dentro del alcance de Acreditación

Legenda:

N/D: No detectado

N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Centeno
 Director de LABSA
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

-----FIN DE ESTE INFORME-----

Km 12 y 1/2 Carretera Norte, Central telefónica: 22331501, 22331354, 22331899.
 Ext.: 5252, 5251. Email: labsa@ci.una.edu.ni

Anexo 5. Concentración de N en materia seca de T5 caupí / maíz fase B



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)



Formato del sistema de gestión
Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 Versión 02

Fecha de recepción de muestra: 4/4/2024
 Fecha de Muestreo: 4/4/2024
 Entidad: NA
 Contacto: Aris Manuel Rodríguez Mendoza
 Descripción de la muestra : Caupí
 Código/LABSA: P-2024-0014

Fecha emisión/Informe: 17/4/2024
 Fecha/análisis: 17/04/2024
 Finca: El Plantel
 Municipio: Tipitapa
 Departamento: Managua
 Informe No. 11652

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimétrico]
Nitrogeno	0,87	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Emisión Atómica]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C_org	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H ²)	N/A	%	[Gravimétrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.
 Se indica con asterisco los parámetros dentro del alcance de Acreditación

Leyenda:
 N/D: No detectado
 N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Centeno
 Director de LABSA
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

-----FIN DE ESTE INFORME-----

Anexo 6. Concentración de N en materia seca del T6 gandul / maíz fase B



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)
Formato del sistema de gestión



Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 Versión 02

Fecha de recepción de muestra: 4/4/2024
 Fecha de Muestreo: 4/4/2024
 Entidad: NA
 Contacto: Arís Manuel Rodríguez Mendoza
 Descripción de la muestra : Gandul
 Código/LABSA: P-2024-0017

Fecha emisión/Informe: 17/4/2024
 Fecha/análisis: 17/04/2024
 Finca: El Plantel
 Municipio: Tipitapa
 Departamento: Managua
 Informe No. 11655

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimétrico]
Nitrogeno	0,54	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Emisión Atómica]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C_org	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H°)	N/A	%	[Gravimétrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.
 Se indica con asterisco los parámetros dentro del alcance de Acreditación

Legenda:

N/D: No detectado
 N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Cordero
 Director de LABSA
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

-----FIN DE ESTE INFORME-----

Km 12 y 1/2 Carretera Norte, Central telefónica: 22331501, 22331354, 22331899.
 Ext.: 5252, 5251. Email: labsa@ci.una.edu.ni

Anexo 7. Plano de campo

