



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

**Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible**

**Trabajo de Tesis**

**Enmiendas orgánicas y sintéticas y su efecto en la  
producción de maíz (*Zea mays* L.) y frijol  
(*Phaseolus vulgaris* L.) y en la fertilidad de suelo**

**Autora**

**Ing. Martha Elizabeth Moraga Quezada**

**Asesores**

**Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez  
MSc. Roberto Carlos Larios González**

**Managua, Nicaragua  
Abril, 2021**





“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible

#### Trabajo de Tesis

**Enmiendas orgánicas y sintéticas y su efecto en la  
producción de maíz (*Zea mays* L.) y frijol  
(*Phaseolus vulgaris* L.) y en la fertilidad del suelo**

#### Autora

**Ing. Martha Elizabeth Moraga Quezada**

#### Asesores

**Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez  
MSc. Roberto Carlos Larios González**

Presentado a la consideración del honorable comité  
evaluador como requisito final para optar al grado de  
Maestro en Ciencias

**Managua, Nicaragua  
Abril, 2021**



## Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

***Maestro en Ciencias en Agroecología y Desarrollo Sostenible***

---

Miembros del Tribunal Examinador

---

MSc. Mercedes Ordoñez Hernández

Presidente

---

MSc. Moisés Blanco Navarro

Secretario

---

MSc. Jorge Gómez Martínez

Vocal

Managua Nicaragua, 19 de abril del 2021

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, Padre, Hijo y Espíritu Santo y a María Santísima por haberme dado la vida, fortaleza y habilidades para culminar mis estudios de maestría.

A mi papá *Pedro Manuel Moraga Mercado* y con todo mi amor a mi madre *Nelly del Socorro Quezada (q.e.p.d)*, por ser ellos ejemplo y el eje fundamental de mi formación como persona y como profesional.

A mi hijo *Miguel Alexander Amador Moraga* por llenar de alegría mi vida, por ser mi amor, mi horizonte y motivo para salir adelante.

A mi esposo *Ing. Miguel Jerónimo Amador Cerda* por su amor, dedicación comprensión, paciencia, colaboración y apoyo incondicional en mis estudios de maestría.

A mis hermanos: *Pedro José y familia, Martín Javier y familia, Rosmar Antonio y familia, José María y familia, William Trinidad y familia* y a mi hermana *Nelly Yessenia*, quienes siempre me han apoyado y me han inspirado para seguir adelante y vencer los obstáculos que se me presentan.

Especialmente a mis primas *Martha Elena López Moraga y familia, Bertha Adilia López Moraga* por el amor y apoyo incondicional que me brindan en todos los momentos de mi vida.

*Ing. Martha Elizabeth Moraga Quezada*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso por permitirme llegar a este momento.

En especial a mis asesores Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez y MSc. Roberto Carlos Larios González, por su valioso apoyo, disposición y oportunas sugerencias y correcciones.

A la Universidad Nacional Agraria, en especial a la Facultad de Agronomía, por haberme hecho participe del programa de Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible.

Al país de Suecia, a través de los fondos PACI por financiar el trabajo de investigación.

A los docentes de la Universidad Nacional Agraria, especialmente al Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez, MSc. Marvin Fornos Reyes y MSc. Juan Avelares Santos quienes nunca me dejaron sola en la etapa de campo desde el inicio hasta el final.

A mi sobrina, Ing. Emma Patricia Amador Téllez por su valioso apoyo para concluir mi tesis. Agradecimiento al MSc. Hugo René Rodríguez por sus valiosos aportes en la corrección del documento.

A mis compañeros de estudio por los conocimientos y experiencias compartidas.

A los productores de Dulce Nombre de Jesús de Arriba y El Rincón del Diablo en especial al Ing. Antonio Mejía y Sr. Salvador Zamora, sin su apoyo no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

Para todos, mi eterno agradecimiento.

Ing. Martha Elizabeth Moraga Quezada.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	iv
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	v
<b>RESUMEN</b>	vi
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II OBJETIVOS</b>	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
3.1 Localización y descripción del área de estudio	4
3.2 Diseño metodológico	5
3.2.1 Descripción de los tratamientos	6
3.2.2 Cultivares de maíz y frijol	6
3.2.2.1 Cultivares de maíz	6
3.2.2.2 Cultivares de frijol	7
3.2.3 Diseño experimental	8
3.3 Manejo agronómico	9
3.3.1 Preparación del suelo	9
3.3.2 Siembra	10
3.3.3 Enmienda	10
3.3.4 Aporque	11
3.3.5 Manejo de plagas y enfermedades	12
3.3.6 Manejo de arvenses	12
3.3.7 Cosecha	12

3.3.8 Muestreo de suelo	13
3.4 Variables evaluadas	14
3.4.1 Variables evaluadas en los cultivos	14
3.4.1.1 Variables evaluadas en maíz	14
3.4.1.2 Variables evaluadas en fríjol	16
3.4.2 Variables evaluadas en el suelo	17
3.4.2.1 Fertilidad física de suelo	17
3.4.2.2 Fertilidad química de suelo	17
3.55 Análisis estadístico	18
<b>IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	19
4.1 Variables de crecimiento en el cultivo de maíz	19
4.1.1 Crecimiento del maíz en función de las enmiendas del suelo	19
4.1.2 Crecimiento del maíz en función de los cultivares	20
4.2 Efecto de las enmiendas sobre las variables de rendimiento en el cultivo de maíz	22
4.3 Efecto de los cultivares sobre las variables de rendimiento en el cultivo de maíz	25
4.4 Variables de crecimiento en el cultivo de fríjol	28
4.4.1 Crecimiento del fríjol en función de las enmiendas	28
4.4.2 Crecimiento del fríjol en función de los cultivares	29
4.5 Efecto de las enmiendas sobre las variables de rendimiento en el cultivo de fríjol	31
4.6 Efecto de los cultivares sobre las variables de rendimiento en el cultivo de fríjol	33
4.7 Análisis de componentes principales (ACP) para la fertilidad del suelo	35
<b>V CONCLUSIONES</b>	37
<b>VI RECOMENDACIONES</b>	38
<b>VII LITERATURA CITADA</b>	39
<b>VIII ANEXOS</b>	47

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Descripción de los tratamientos, en el cultivo de maíz	6
2.	Descripción de los tratamientos en el cultivo de fríjol	6
3.	Características agronómicas de los cultivares de maíz	7
4.	Características agronómicas de los cultivares de fríjol	8
5.	Dimensiones del ensayo en el sistema maíz y fríjol	9
6.	Contribución, cantidad de nitrógeno y dosis de enmienda aplicada en el cultivo de maíz	10
7.	Contribución, cantidad de nitrógeno y dosis de enmienda aplicada en el cultivo de fríjol	11
8.	Influencia de las enmiendas sobre variables de crecimiento en el cultivo de maíz	19
9.	Influencia de los cultivares sobre variables de crecimiento en el cultivo de maíz	20
10.	Influencia de las enmiendas sobre variables de rendimiento en maíz	22
11.	Influencia de los cultivares sobre variables de rendimiento en maíz	26
12.	Influencia de la enmienda sobre variables de crecimiento en fríjol	28
13.	Influencia de los cultivares sobre variables de crecimiento en fríjol	29
14.	Influencia de las enmiendas sobre variables de rendimiento en fríjol	32
15.	Influencia de los cultivares sobre variables de rendimiento en fríjol	34



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Ubicación geográfica del área de estudio.	4
2.	Precipitaciones registradas durante la postrera del 2009 y la primera 2010 en la zona de estudio.	5
3.	Análisis de componentes principales de variables físicas y químicas del suelo en la comunidad de Dulce Nombre de Jesús de Arriba (a) y El Rincón del Diablo (b)	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Plano de campo	47
2. Análisis químico del humus de lombriz	48
3. Resultado del análisis químico de suelo de Dulce Nombre de Jesús de Arriba y El Rincón del Diablo	48
4. Análisis físico del suelo de Dulce Nombre de Jesús de Arriba y El Rincón del Diablo	49

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de alternativas de manejo agroecológico con el fin de mejorar la productividad del sistema maíz-frijol y del suelo. El ensayo se estableció en postrera 2009 y primera 2010, en dos comunidades Dulce Nombre de Jesús de Arriba (DNJ) y El Rincón de Diablo (ERD), Darío, Matagalpa, consistió en un arreglo bifactorial en diseño de parcelas divididas en BCA con cuatro repeticiones. Los factores estudiados fueron: enmiendas y cultivares. En los cultivares se evaluaron variables de crecimiento, rendimiento y sus componentes, en el suelo propiedades físicas y químicas. En ERD el sintético mostró diferencias significativas sólo en el diámetro de tallo y en DNJ con el cultivar NB-6 diámetro de tallo, número de hojas, área foliar y altura de la mazorca y en el Criollo altura de la planta y de mazorca. En ERD las enmiendas sintéticas permitieron un mayor valor promedio en las variables: longitud, número de hilera por mazorca, número de granos por hilera; y peso de mil semillas en DNJ con mungo y mixto. En las dos comunidades, los cultivares NB-6 y NB-S presentaron mayores valores promedios en longitud de la mazorca y número de grano por hilera; en DNJ los cultivares NB-S y NB-6 con número de hileras por mazorca, en las variables peso de mil semillas y rendimiento con criollo y NB-S, respectivamente. En ERD el sintético presentó la mayor área foliar y el cultivar INTA-Masatepe (IM) con altura de la planta y en DNJ el cultivar IM con número de hilera por mazorca y área foliar. En el rendimiento sólo presentó el número de grano por vaina con el sintético en ERD, y no hay diferencias estadísticas significativas a los cultivares. En las dos comunidades se estableció una relación entre la enmienda orgánicas humus de lombriz y mixto, con los componentes físicos (CC) y químicos (MO, N<sub>t</sub> y P) del suelo.

**Palabras clave:** cultivar, frontera agrícola, manejo agroecológico

## ABSTRACT

The effect of agroecological management alternatives was evaluated in order to improve the productivity of the maize-bean and soil system. The trial was established at the end of 2009 and first 2010, in two communities Dulce Nombre de Jesús de Arriba (DNJ) and El Rincón de Diablo (ERD), Darío, Matagalpa, consisted of a two-factor arrangement in the design of plots divided into BCA with four repetitions. The factors studied were amendments and cultivars. In the crops, growth variables, yield and their components were evaluated, in the soil physical and chemical properties. In ERD the synthetic showed significant differences only in stem diameter and in DNJ with cultivar NB-6 stem diameter, number of leaves, leaf area and ear height and in Criollo plant and ear height. In ERD synthetic amendments allowed for a higher average value in variables: length, row number per cob, number of grains per row; and weight of a thousand seeds in DNJ with mungo and mixed. In both locations, cultivars NB-6 and NB-S had higher average values in cob length and grain number per row; NB-S and NB-6 cultivars with number of rows per cob, in the variables weight of one thousand seeds and yield with Creole and NB-S, respectively. In ERD the synthetic presented the largest foliar area and the cultivar INTA-Masatepe (IM) with plant height and in DNJ the cultivar IM with row number per cob and foliar area. In the yield only presented the number of grains per pod with the synthetic in ERD, and there are no significant statistical differences the cultivars. In the two localities, a relationship was established between the organic amendment humus of worm and mixed, with the physical (CC) and chemical components (MO, Nt and P) of the soil.

**Keywords:** growing, agricultural frontier, agroecological management.

## I. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda por alimentos ejerce presión sobre los recursos naturales y puede conducir a la ampliación de la frontera agrícola en países en desarrollo, principalmente en zonas tropicales con suelos de baja fertilidad y susceptibles a la degradación. El manejo de los cultivos en estas zonas se basa en recomendaciones generalizadas sin considerar la variabilidad del suelo lo cual conduce a una baja eficiencia productiva y a un alto riesgo de degradación ambiental.

Las prácticas agrícolas intensivas en la agricultura convencional, basada en la utilización de enmiendas sintéticas, han provocado la degradación del suelo. El uso indiscriminado de los sistemas de enmiendas, tratamiento químico y de mecanización realizada en la agricultura convencional utilizada con el propósito de elevar los rendimientos de los cultivos, ha provocado cambios sustanciales en el suelo, siendo el resultado de estas alteraciones ecológicas la degradación y la pérdida paulatina de su fertilidad (Altieri, 1999).

En Nicaragua como parte de la región mesoamericana predomina el sistema de producción agrícola maíz-fríjol y está basado histórica y culturalmente en la producción de los dos cultivos utilizados para subsistencia y consideradas vitales para la seguridad alimentaria y nutricional de la población, al aportar significativamente a la ingesta calórica y proteínica vegetal (FAO, 2007).

La producción de maíz y fríjol se ha incrementado en los últimos años, a expensas del incremento de las áreas de siembra, lo que ha provocado un impacto negativo en los recursos naturales, sobre todo en el suelo, fundamento importante en la producción agrícola (FAO, 2007).

En Nicaragua la diversidad genética de maíz y fríjol es muy alta, nuestro país forma parte de uno de los centros de origen de las especies cultivadas; la diversidad no ha sido adecuadamente utilizada los rendimientos promedios por unidad de área han permanecido desde el punto de vista práctico, inalterados en los últimos cuarenta años. Se registra apenas

un crecimiento global del 2 % para maíz y frijol (Neira, 2008). En Nicaragua, Para el frijol su rendimiento potencial es 2 065.25 kg ha<sup>-1</sup> y se obtienen 580.85 kg ha<sup>-1</sup> y para maíz su potencial es (3 743.26 kg ha<sup>-1</sup> y se obtienen 1 290.78 kg ha<sup>-1</sup> (López, 2017). La sostenibilidad de los sistemas de producción depende en parte del mantenimiento de la productividad de los suelos, física, química y biológica, reguladas en gran medida la capacidad del reciclaje de los desechos orgánicos y el incremento de la actividad microbiana como parte del manejo del suelo. Hernández (2017) señala que los suelos agrícolas cultivados intensivamente incrementan la masa y actividad microbiana, mediante el uso de enmiendas orgánicas.

El mantenimiento de la capacidad productiva del suelo requiere la integración de prácticas agroecológicas como la incorporación de materiales orgánicos, tales como los estiércoles, el rastrojo de cosecha, los residuos de la cobertura de leguminosas, enmiendas verdes, que favorecen la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas para disminuir o hacer más eficiente el uso de enmiendas inorgánicas en el sistema de producción de maíz – frijol, Alvarez, Díaz, León y Guillén (2010).

La utilización de las enmiendas verdes en los esquemas de rotación y secuencia de cultivos es una práctica que se ha ido incrementando para mejorar los rendimientos de los cultivos, especialmente los granos básicos como maíz y sorgo (García, 2006), no sólo en lo relacionado con los aportes de nitrógeno al sistema, sino por ventajas derivadas del aumento de la actividad biológica del suelo y los aportes de carbono.

El propósito fue evaluar la influencia de las alternativas o tecnologías agroecológicas como el uso de enmiendas orgánicas, enmiendas verdes y cultivares mejorados en el crecimiento y rendimiento en el sistema de producción maíz-frijol y sobre la fertilidad física y química del suelo.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de tecnologías agroecológicas y convencionales en sistema de producción maíz-frijol y la fertilidad del suelo.

### **2.2. Objetivos específicos**

Determinar el efecto de la aplicación de tres tipos de enmiendas del suelo en el crecimiento y rendimiento en sistemas de producción maíz – frijol.

Comparar el crecimiento y rendimiento de tres cultivares en el sistema maíz – frijol.

Evaluar el efecto de las enmiendas del suelo sobre componentes físicos y químicos de suelo

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización y descripción del área de estudio

Este estudio se realizó en el municipio de Darío, departamento de Matagalpa, Nicaragua, durante el período de agosto del 2009 a septiembre del 2010. Se trabajó en dos comunidades: Dulce Nombre de Jesús de Arriba ubicado entre las coordenadas geográficas  $12^{\circ}34'37.776''$  de latitud Norte y  $85^{\circ}6'13.199''$  de longitud Oeste y en la comunidad El Rincón del Diablo entre las coordenadas  $12^{\circ}33'45.036''$  de latitud Norte y  $86^{\circ}56'34.979''$  de longitud Oeste (Figura 1).

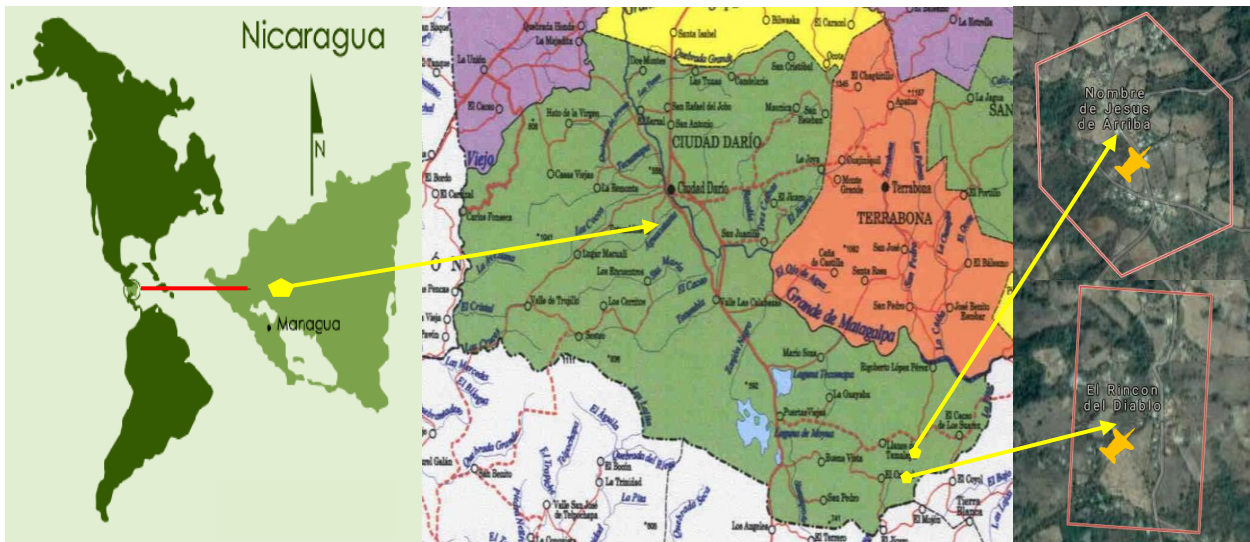


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.  
Fuente: Google Earth, 2012; Google imagens, 2012.

La zona presenta un período lluvioso de seis meses, las precipitaciones promedio anuales oscilan entre 800 y 1 200 mm distribuidos en el periodo de lluvias (mayo - noviembre) a una altitud de 433 msnm; temperatura media anuales de  $26^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa entre 70 % y 80 % (INETER, 2010). En la Figura 2, se observa el comportamiento de las precipitaciones durante el período de estudio.



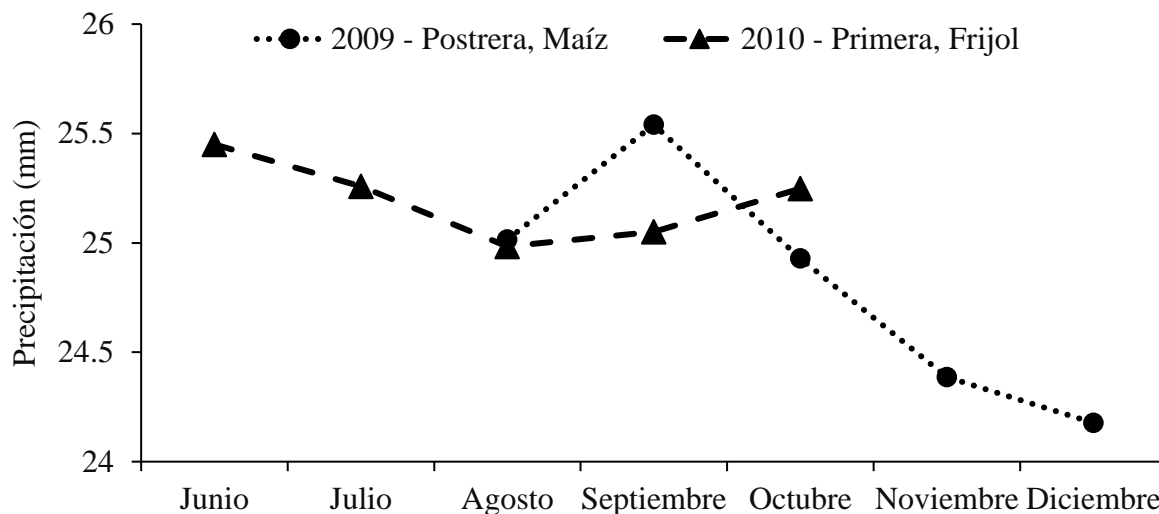


Figura 2. Precipitaciones registradas durante la postrera del 2009 y la primera 2010 en la zona de estudio. Fuente: INETER (2012).

### 3.2. Diseño metodológico

El experimento inició con el establecimiento del cultivo de maíz en la época de postrera del 2009 en las fincas de los productores Antonio Mejía (Dulce Nombre de Jesús de Arriba) y Salvador Zamora (El Rincón del Diablo) y continúa, en la época de primera del 2010 y en los mismos sitios del maíz, con el establecimiento del cultivo de frijol.

Las áreas usadas para el establecimiento del cultivo de maíz en postrera del 2009 fueron las mismas utilizadas para el establecimiento del experimento con frijol, variando los tratamientos en estudio.

En el caso del maíz se evaluaron las siguientes enmiendas al suelo: 1) mungo, subsecuentemente en este estudio denominado como enmienda verde, 2) 50 % compost + 25 % fertilizante completo 12-30-10 + 25 % urea al 46 % (en adelante llamado Mixto) y 3) 12-30-10 + urea al 46 % (Cuadro 1).

En el experimento con frijol se evaluaron las enmiendas siguientes: 1) humus de lombriz 2) 50 % humus de lombriz + 50 % 18-46-00 y 3) 18-46-00 (Cuadro 2).

### 3.2.1. Descripción de los tratamientos

En el Cuadro 1 y 2 se indican los tratamientos de acuerdo con los factores en estudio (enmiendas al suelo y cultivares). En ambos cultivos se trabajó con dos variedades mejoradas y una criolla. En el caso del maíz, la variedad criolla es conocida como Olote Rojo y en el frijol el cultivar criolla lo denominan Rojo Seda.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos, en el cultivo de maíz

<b>Factor A: Fuentes de nutrientes</b>	<b>Factor B: Cultivares</b>
a <sub>1</sub> . Enmienda verde (mungo)	b <sub>1</sub> . NB-6
a <sub>2</sub> . 50 % compost + (25 % 12-30-10 y 25 % Urea 46%).	b <sub>2</sub> . NB-S
a <sub>3</sub> . 12-30-10 + Urea 46 %N	b <sub>3</sub> . Olote rojo)

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en el cultivo de frijol

<b>Factor A: Fuentes de nutrientes</b>	<b>Factor B: Cultivares</b>
a <sub>1</sub> . 100 % Humus de lombriz	b <sub>1</sub> . INTA- Rojo
a <sub>2</sub> . 50 % Humus de lombriz + 50 % (18-46-00).	b <sub>2</sub> . INTA- Masatepe
a <sub>3</sub> . 18-46-00	b <sub>3</sub> . Rojo seda

### 3.2.2. Cultivares de maíz y frijol

#### 3.2.2.1. Cultivares de maíz

En el Cuadro 3 se presentan las características agronómicas de los cultivares NB-6, NB-S y Olote rojo. Los cultivares mejorados fueron generados por el Programa Nacional del Maíz (PNM), del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), con la finalidad de incrementar la productividad del grano (INTA, 2002).

Según Urbina (1993) El cultivar NB-6 presenta resistencia al virus del achaparramiento y se obtuvo por medio de selección recurrente a partir de tres poblaciones de maíz con amplia base genética cruzadas con material genético proveniente de Cuba y República Dominicana, para transferir genes de resistencia y mejores atributos agronómicos.

El cultivar NB-S también fue creada en coordinación con el programa regional de maíz, para zonas con bajas precipitaciones. Es un cultivar sintético de ciclo vegetativo precoz, proviene de la población BS-19 Tuxpeño Sequia C6.

Cuadro 3. Características agronómicas de los cultivares de maíz

<b>Características</b>	<b>NB-6</b>	<b>NB-S</b>	<b>Olote rojo</b>
Tipo de cultivar	Sintética	Sintética	Criollo
Altura de la planta (cm)	230-240	180-190	185
Altura de la mazorca (cm)	110-120	90-110	120
Forma de la mazorca	Cónica	Cónica	Cónico-cilíndrica
Textura del grano	Semi dentado	Semi harinoso	Dentado
Color del grano	Blanco	Blanco	Blanco
Días a cosecha	110-115	95-100	92
Madurez relativa	Intermedia	Precoz	90
Cobertura de la mazorca	Buena	Buena	----
Reacción al Achaparramiento	Tolerante	Susceptible	----
Rendimiento (kg ha-1)	3885 a 4533	3074.3	1811-2587
Épocas de siembra	Primera y postrerón	Primera	Postrera

Fuente: INTA (2009).

### 3.2.2.2. Cultivares de frijol

Los cultivares de frijol utilizadas fueron: INTA-Rojo, INTA-Masatepe y un cultivar criollo (Rojo seda). En el Cuadro 4 se presentan las características agronómicas de los tres cultivares.

El cultivar mejorado INTA-Masatepe fue desarrollado por el Programa Nacional de Granos Básicos del INTA en colaboración con el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica y el Caribe (PROFRÍJOL) y con el apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola de Guatemala. INTA-Masatepe es un cultivar originado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT-Colombia).

El cultivar INTA-Rojo fue desarrollado por el Programa Nacional de Granos Básicos en colaboración con la Escuela Panamericana del Zamorano Honduras, proviene de la cruce de Tío Canela 75 x DICTA-105. En la selección y validación se conoció como EAP 9510-77.

Cuadro 4. Características agronómicas de los cultivares de frijol

<b>Características</b>	<b>INTA-Masatepe</b>	<b>INTA-Rojo</b>	<b>Rojo seda</b>
Hábito de crecimiento	Arbustivo guía larga	Arbustivo indeterminado guía corta	IIA
Días a floración	32-34	34-36	33
Días a madurez fisiológica	70-74	66-68	62
Días a cosecha	75-78	73-75	80
Vainas/planta	25-30	12-18	15
Semillas/vaina	6	6 -7	6
Color del grano	Rojo claro	Rojo vino brillante	Rojo claro
Forma del grano	Arriñonado	Alargado ovoide	----
Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	1617.2 - 1940.6	1293.8 - 1940.6	1423-1617
Resistente a:	Mosaico común	Mosaico dorado, mosaico común	----
Intermedio a:	Mustia hilachosa	----	----
Tolerante a:	Sequías y altas temperaturas	Roya, sequía y altas temperaturas	Plagas y enfermedades
Susceptible a:	Bacteriosis	Bacteriosis, mancha angular	----

Fuente: INTA (2009).

### 3.2.3. Diseño experimental

Se estableció como un arreglo bifactorial en diseño de parcelas divididas, con cuatro repeticiones en bloques completos al azar; las dimensiones del ensayo se muestran en el Cuadro 5. La parcela principal estuvo conformada por el factor A (enmiendas orgánicas, enmienda verde y enmienda sintética), y las subparcelas (El factor B) por los cultivares mejorados y el criollo (Anexo 1).

Cuadro 5. Dimensiones del ensayo en el sistema maíz y fríjol

<b>Parcela</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Parcela principal	14.40	5.00	72.00
Sub Parcela	4.80	5.00	24.00
Parcela útil	3.20	3.00	9.60
Área total	43.20	23.00	993.60

Dado las diferencias en el distanciamiento entre surcos para el caso del fríjol en cada subparcela (cultivar) se establecieron 12 surcos distanciados a 0.4 m, lo que dio un total de 36 surcos en toda la parcela principal. En el maíz dado que la distancia entre surcos fue de 0.8 m se tuvieron seis surcos en cada subparcela (cultivar) para un total en la parcela principal de 18 surcos. Tanto en el cultivo de fríjol como en el cultivo de maíz la longitud de los surcos fue de 5 m. La distancia aproximada entre plantas de fríjol fue de 0.1 metro y de 0.2 metros para el maíz, lo que representa una densidad poblacional de 250 000 plantas de fríjol por hectárea y 62 500 plantas por hectáreas de maíz.

La parcela útil en fríjol estuvo conformada por los ocho surcos centrales, y cuatro surcos en el caso del maíz. En todos los casos se consideró un metro en los extremos de cada parcela como efecto de borde (Cuadro 6).

### **3.3. Manejo agronómico**

#### **3.3.1. Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó con tracción animal una semana antes de la siembra. Posterior al surcado se delimitó el área y se trazaron los bloques y las unidades experimentales (parcelas y subparcelas).

### 3.3.2. Siembra

La siembra del maíz en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba se realizó el 20 de agosto y en la comunidad El Rincón del Diablo el 21 de agosto, ambas en el 2009. La siembra se realizó manualmente y consistió en depositar dos semillas por golpe a una distancia de 0.2 m entre golpe y 0.8 m entre surco. La siembra de frijol se realizó el 10 de junio en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba y el 11 de junio en la comunidad El Rincón del Diablo del 2010, depositando las semillas a chorrillo de forma manual a aproximadamente 0.1 m entre cada postura y a 0.4 metros entre surco.

### 3.3.3. Enmienda

Se tomó como base las dosis de enmiendas aplicada por el productor y recomendada por el INTA (2009). Las fuentes de nutrientes utilizadas fueron: frijol mungo, compost, urea (46 % N) y completo (12-30-10). Se aplicaron dos quintales de 12-30-10, que corresponde a  $10.90 \text{ kg mz}^{-1}$  de N y dos quintales de Urea al 46%, equivalente a  $41.82 \text{ kg mz}^{-1}$  de N, al sumar ambas cantidades de N, se obtienen  $57.72 \text{ kg mz}^{-1}$  de N, lo que equivale a  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Una vez determinada la dosis de nitrógeno a aplicar al cultivo de maíz, se procedió a cubrir la dosis en cada uno de los tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contribución, cantidad de nitrógeno y dosis de enmienda aplicada en el cultivo de maíz

Enmienda	Tratamiento	kg ha <sup>-1</sup> de Enmienda	kg N ha <sup>-1</sup>	Contribución de cada fuente %
Enmienda verde (mungo)	a <sub>1</sub>	-	218.40	100
Compost + 12-30-10 +	a <sub>2</sub>	4 120.57	37.50	50
Urea 46%		156.25	18.75	25
12-30-10 + Urea 46%	a <sub>3</sub>	40.76	18.75	25
12-30-10 + Urea 46%		129.17	15.50	21
Demanda total del cultivo		129.34	59.50	79
			75.00	

En el cultivo de fríjol también se tomó como base las dosis de enmiendas aplicadas por el productor y recomendada por el INTA (2009). Como fuentes de nutrientes para el fríjol se utilizó humus de lombriz, completo (18-46-00) y la combinación de ambas fuentes de nutrientes.

Para determinar las cantidades a aplicar de cada uno de los niveles antes mencionados se tomó como base la dosis aplicada por el productor según recomendación del INTA (2009), considerando el elemento nitrógeno; por lo tanto, se aplicaron 23.24 kg ha<sup>-1</sup> de completo 18-46-00 por hectárea. Determinada la cantidad de nitrógeno a suministrar al cultivo de fríjol, se determinó la dosis según cada enmienda (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contribución, cantidad de nitrógeno y dosis de enmienda aplicada en el cultivo de fríjol

Enmienda	Tratamiento	kg ha <sup>-1</sup> de enmienda	kg de N ha <sup>-1</sup>	Contribución de la fuente (100%)
Humus de lombriz	a <sub>1</sub>	1 046.85	23.24	100
Humus de lombriz		523.42	11.62	50
+	a <sub>2</sub>			
18-46-00		64.55	11.62	50
18-46-00	a <sub>3</sub>	129.10	23.24	100
Demanda del cultivo			23.24	

La enmienda verde (mungo) se sembró entre los surcos de maíz y se incorporó al suelo (utilizando azadón) a los 30 días después de la siembra (dds). En cuanto al nivel a<sub>2</sub>: 50% compost + 50% sintético (25 % Urea + 25 % 12-30-10) se aplicó de la siguiente forma: compost y completo (12-30-10) fueron aplicados al momento de la siembra, y Urea 46 % a los 45 dds; en cuanto al nivel a<sub>3</sub> (completo + Urea al 46 %), el primero se aplicó al momento de la siembra y la Urea a los 45 dds.

### 3.3.4. Aporque

Se realizaron dos labores de aporques en el cultivo de maíz, a los 15 y 25 dds, con el fin de darle a las raíces mayor fijación al suelo y evitar el acame por el viento. En el caso del fríjol, se realizó aporque dos veces, a los 15 y 30 dds con el objetivo de lograr una mejor incorporación de las enmiendas.

### **3.3.5. Manejo de plagas y enfermedades**

El manejo de plagas y enfermedades consistió en un manejo orgánico y sintético, para el manejo orgánico de los insectos plagas se aplicó aceite de Neem en dosis de un litro por manzana ( $1.42 \text{ l ha}^{-1}$ ) y en el manejo sintético se aplicó el insecticida piretroide Cipermetrina 25 % concentrado emulsionable (EC), a razón de  $1.48 \text{ litros ha}^{-1}$ . Cada uno de ellos se empleó de acuerdo con la incidencia que los insectos presentaron en ambos cultivares.

### **3.3.6. Manejo de arvenses**

En ambos cultivos el manejo de las arvenses se realizó de forma manual utilizando azadón y machete, basándonos en el criterio de mantener el cultivo libre de maleza durante el período crítico para maíz y frijol, que corresponde a los primeros 30 dds (Aleman, 1991).

### **3.3.7. Cosecha**

En ambos cultivos la cosecha se realizó manualmente. En el cultivo de maíz se realizó a los 120 dds, considerando las plantas dentro de la parcela útil, luego se procedió al secado de las mazorcas de forma natural al sol, con el objetivo de reducir el contenido de humedad del grano hasta un 14 %; posterior al secado se registraron los datos de las variables de rendimiento.

La cosecha del frijol se efectuó cuando las plantas alcanzaron la senescencia, considerando sólo los surcos centrales de la parcela útil. Luego, se procedió al secado de las vainas, de forma natural al sol, con el objetivo de reducir hasta un 12 % el contenido de humedad del grano; posteriormente se registraron los datos de las variables de rendimiento.



### 3.3.8. Muestreo de suelo

Se realizaron dos muestreos de suelo en cada comunidad, los primero 15 días antes del establecimiento del maíz (2009) y el segundo después de la cosecha del fríjol (2010).

Para el análisis de la materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y retención de humedad (CC), se colectaron muestras de suelo de manera tal que representara a las unidades experimental. Cada muestra estuvo compuesta por 20 submuestras, colectadas con un barreno helicoidal a un rango de profundidad de 0 a 0.20 m.

Del total de submuestras de suelo por cada parcela, se obtuvo una muestra homogénea de 1 kg, la que fue etiquetada y empacada en bolsas de papel Kraft. Las muestras se dividieron en dos porciones iguales y fueron ingresadas para su análisis físico y químico en el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria en Managua, Nicaragua.

Para la determinación de la densidad aparente se colectaron muestras extraídas en un rango de 0 a 0.20 m de profundidad. Se utilizó el método del cilindro (LABSA-UNA, 2011), usando la columna de suelo como indicador de volumen (100 cm<sup>3</sup>) y el peso del suelo contenido en ese volumen, el muestreo fue repetido dos veces en cada parcela.

La determinación de la densidad aparente se realizó considerando la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{P_{ss}}{V}, \text{ donde:}$$

Da = Densidad aparente

Pss = Peso del suelo seco

V = Volumen del suelo

La materia orgánica (MO) se determinó por el método de Walkley y Black (1934). El nitrógeno total (Nt) por el método de Kjeldhal modificado. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) según la técnica de solución extractora de acetato de amonio y, a través del método de la Olla

de presión, se calculó la retención de humedad a capacidad de campo. Estos métodos analíticos son los establecidos por el laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria.

### **3.4. Variables evaluadas**

#### **3.4.1. Variables evaluadas en los cultivos**

La información de las variables fue registrada en 20 plantas al azar dentro de la parcela útil. La medición de las variables se realizó en dos momentos, a la floración y a la cosecha, de acuerdo con la metodología del CIAT (1993).

##### **3.4.1.1. Variables evaluadas en maíz**

Las variables de crecimiento (altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y área foliar) fueron registradas a los 60 días después de la siembra.

*Altura de planta (cm).* Se registró con una cinta métrica midiendo la longitud del tallo desde la superficie del suelo hasta la lígula superior.

*Diámetro del tallo (cm).* Se midió en la parte media del segundo entrenudo con el uso de un vernier.

*Número de hojas.* Se contabilizaron el total de hojas fotosintéticamente activas, considerando aquellas hojas completamente formadas y sanas.

*Área foliar (cm<sup>2</sup>).* Se registró al momento de la floración (60 dds); esta variable es el producto obtenido a partir del ancho de la hoja en cm (AHO) por la longitud de la hoja en cm (LHO) multiplicado por la constante 0.75.

*Altura de la inserción de la mazorca (cm).* Es la distancia comprendida entre la base del tallo (desde la superficie del suelo), hasta la yema axilar que da lugar a la mazorca, dicha distancia se registró cuando la mazorca alcanzó su pleno desarrollo.

*Peso de mazorca (g).* Esa variable se registró posterior a la cosecha en 20 mazorcas extraídas dentro de la parcela útil. Se utilizó una balanza electrónica.

*Longitud de la mazorca (cm).* Se midió desde la base de su inserción en el pedúnculo hasta su ápice.

*Diámetro de la mazorca (cm).* Una vez realizada la cosecha, se prosiguió a determinar el diámetro de la mazorca. Se cortó la mazorca por la mitad para determinar su diámetro en el corte transversal, desde la corona de un grano a la corona del grano diametralmente opuesto. Para efectuar la medición se utilizó un vernier.

*Número de hileras por mazorca.* A cada una de las 20 mazorca se les contabilizó el número de hileras, posteriormente se determinó el valor promedio de hileras por cada mazorca.

*Número de granos por hilera.* En igual número de mazorcas se registró el número de granos contenido en cada hilera.

*Peso de mil semillas (g).* Se realizó según normas del ISTA (1985). Se utilizaron ocho réplicas de 100 semillas, se pesaron y se calculó el promedio, luego se multiplicó por diez para obtener el peso de mil semillas.

*Rendimiento ( $kg\ ha^{-1}$ ).* Luego de cosechar las mazorcas, se procedió al secado natural (sol), para posteriormente desgranarla manualmente, donde se separaron los componentes: grano y raquis; procediendo a determinar el peso por parcela; en cuanto al grano se determinó el porcentaje de humedad, mediante un medidor de humedad de grano Dickey-John modelo 46233-1230A. El rendimiento se determinó ajustando el peso del grano cosechado a un 14 % de contenido de humedad, según la ecuación propuesta por Gómez y Minelli, (1990).

Pf:  $(100-H_f) = P_i (100-H_i)$ , donde:

P<sub>i</sub>: Peso inicial del grano (kg ha<sup>-1</sup>)

H<sub>i</sub>: Contenido inicial de humedad del grano (obtenido mediante medidor de humedad de grano)

P<sub>f</sub>: Peso final del grano seco (kg ha<sup>-1</sup>)

H<sub>f</sub>: Contenido de humedad del grano a la que se desea ajustar el rendimiento (14 %)

### 3.4.1.2. Variables evaluadas en fríjol

El registro de las variables de crecimiento se realizó al momento de la floración en 20 plantas dentro de cada parcela útil.

*Altura de planta (cm)*. Se midió utilizando una regla graduada partiendo de la base de la planta al nivel del suelo, hasta el meristemo apical.

*Número de hojas*. Se contabilizó el número de hojas trifoliadas consideradas como fotosintéticamente activa.

*Área foliar (cm<sup>2</sup>)*. Determinado por la multiplicación del largo (cm) por el ancho (cm) del foliolo central en la hoja trifoliada, este resultado se expresó en cm<sup>2</sup>; posteriormente se multiplicó por el factor de corrección estimado en 0.75. Se consideraron las hojas de la parte intermedia de la planta.

*Número de vainas por planta*. Se contabilizó el total de vainas en cada planta.

*Número de granos por vainas*. Se registró el número de granos por vaina en las diez vainas centrales de las 20 plantas seleccionadas de la parcela útil, el dato final fue el promedio de granos por vainas.

*Peso de mil semillas (g)*. Se tomaron ocho réplicas de cien semillas y se les determinó el peso promedio, luego se multiplicó por diez para obtener el peso de mil semillas.

*Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)*. Se registró el peso de los grano cosechados por cada tratamiento, se ajustó al 12 % de humedad según la ecuación propuesta por Gómez y Minelli, (1990) y se expresó en kg ha<sup>-1</sup>.

### **3.4.2. Variables evaluadas en el suelo**

#### **3.4.2.1. Fertilidad física de suelo**

*Densidad aparente (Da)*. La determinación de la densidad aparente se realizó considerando la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{Pss}{V}, \text{ donde:}$$

Da = Densidad aparente

Pss = Peso del suelo seco

V = Volumen del suelo

*Capacidad de campo (CC)*. La capacidad de campo se determinó mediante el método de la Olla de presión.

#### **3.4.2.2. Fertilidad química de suelo**

*Materia orgánica (MO)*. Se determinó por el método de Walkley y Black (1934).

*Nitrógeno total (Nt)*. El nitrógeno total se realizó por el método de Kjeldhal modificado.

*Capacidad de intercambio catiónico (CIC)*. Se realizó según la técnica de solución extractora de acetato de amonio.

*Potencial de hidrógeno (pH).* Se realizó por el método potenciométrico.

### **3.5. Análisis estadístico**

Los datos se ordenaron en una base de datos de Excel (v. 2007) y se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) empleando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1990) (v.8.0). A las variables que resultaron con significancia estadística, se les realizó la prueba de separación de medias mediante Tukey al 5 %, usando el programa JMP versión 7.0 (SAS, 1990).

Los resultados obtenidos en las variables físicas y químicas (Da, CC, MO, Nt, CIC y pH) se analizaron de forma multivariada a través de un análisis de componentes principales (ACP).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables de crecimiento en el cultivo de maíz

Al no registrarse diferencias significativas por efecto de la interacción de los factores, las variables de crecimiento se analizan de manera independiente; primero para el factor enmiendas del suelo y luego el efecto de las cultivares.

#### 4.1.1. Crecimiento del maíz en función de las enmiendas del suelo

En el caso de las enmiendas del suelo, no se registraron diferencias estadísticas sobre las variables de crecimiento en el cultivo de maíz a excepción del diámetro del tallo en una de las comunidades.

Cuadro 8. Influencia de las enmiendas sobre variables de crecimiento en el cultivo de maíz

Variables / Enmiendas	AltP (cm)		DT (cm)		NH		AF (cm <sup>2</sup> )		AltMz (cm)	
	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN
Mungo	133.23 a	76.15 a	1.69 a	1.46 b	9.27 a	8.28 a	419.00 a	235.85 a	61.29 a	21.42 a
Mixto	134.98 a	70.53 a	1.64 a	1.47 b	9.63 a	8.34 a	402.15 a	230.19 a	61.46 a	18.85 a
Sintético	127.80 a	77.84 a	1.63 a	1.55 a	9.30 a	8.97 a	394.20 a	262.88 a	56.33 a	23.67 a
Probabilidad	0.22	0.18	0.47	0.003	0.45	0.09	0.78	0.14	0.31	0.08
Cv (%)	7.10	13.08	6.71	3.84	4.54	9.28	9.73	16.86	9.96	25.04
R <sup>2</sup>	0.89	0.62	0.50	0.84	0.38	0.76	0.81	0.58	0.90	0.73

AltP = altura de planta, DT = diámetro de tallo, NH = número de hojas, AF = área foliar, AltMz = Altura de la inserción de la mazorca, DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo.

**Diámetro de tallo (cm).** En el Cuadro 8 se observa que se obtuvo mayor diámetro del tallo en la comunidad El Rincón del Diablo (RIN), por efecto de la enmienda sintético (Cuadro 8). Este resultado es explicado por la rápida disponibilidad del nitrógeno proveniente de la enmienda sintética. Arzola, Fundora y Machado (2003) mencionan que altas dosis de enmiendas sintéticas influyen positivamente en el incremento de variables de crecimiento, como es el diámetro del tallo.

Las enmiendas sintéticas presentan características técnicas favorables para el aprovisionamiento de nutrientes para las plantas debido a que sus sales son solubles de fácil y rápida liberación (Matheus, Caracas y Fernandez, 2007); condición que permite que los nutrientes estén disponibles en mayor cantidad (Cisne y laguna, 2004), favoreciendo el crecimiento si son aplicados en la fase de crecimiento vegetativo.

Hay casos diferentes como lo que reportan Blessing y Hernández (2009), quienes obtuvieron mayor diámetro de tallo con el uso de la enmienda orgánica (compost y humus de lombriz).

#### 4.1.2. Crecimiento del maíz en función de los cultivares

Los cultivares registraron diferencias estadísticas sobre las variables de crecimiento sólo en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba (Cuadro 9).

Cuadro 9. Influencia de los cultivares sobre variables de crecimiento en el cultivo de maíz

Variable Cultivar	AltP (cm)		DT (cm)		NH		AF (cm <sup>2</sup> )		AltMz (cm)	
	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN
NB-6	129.55 b	76.20 a	1.71 a	1.48 a	9.54 a	8.55 a	429.55 a	245.67 a	59.35 b	21.08 a
NB-S	118.88 c	75.73 a	1.58 b	1.48 a	9.76 a	8.53 a	370.11 b	242.93 a	50.52 c	21.32 a
Criollo	147.57 a	72.59 a	1.66 ab	1.52 a	8.90 b	8.53 a	415.69 ab	240.25 a	69.2 a	21.15 a
Prob F	0.0001	0.62	0.02	0.122	0.0005	0.996	0.01	0.949	0.0001	0.993
Cv (%)	7.1	13.08	6.71	3.84	4.54	9.28	10.14	16.86	9.96	25.04
R2	0.86	0.62	0.74	0.84	0.77	0.76	0.76	0.58	0.87	0.73

AltP = altura de planta, DT = diámetro de tallo, NH = número de hojas, AF = área foliar, AltMz = Altura de la inserción de la mazorca, DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo.

**Altura de planta (cm).** Para la variable altura de planta se detectó diferencias estadísticas para los cultivares estudiados, destacándose el cultivar criollo seguido de NB-6 y NB-S, demostrando que en condiciones climáticas adversas que los cultivares criollos logran adaptarse y responder de forma positiva en su desarrollo fenológico. La tendencia del crecimiento en el cultivar criollo fue similar al obtenidos por Tercero y Torrez (2004), Viera (2004), Kibet, López y Kohashi (2009), Vilchez, Pozo y Martínez (2014).



***Diámetro de tallo (cm).*** Se registran diferencias estadísticas para los cultivares, obteniendo el mayor diámetro el cultivar NB-6 (1.71 cm), seguido del criollo (1.66 cm) y NB-S (1.58 cm). Rodríguez (2013), no reporta diferencias estadísticas para esta variable al evaluar cinco cultivares híbridos, al igual que Tercero y Torrez (2004), al no registrar significancia en los cultivares NB-6 (1.37 cm), NB-S (1.26 cm) y los cultivares criollos Amarillo (1.38 cm) y Maicillo (1.34 cm).

***Número de hojas.*** En el número de hojas los cultivares NB-S (9.76 hojas) y NB-6 (9.54 hojas) fueron significativamente superior al cultivar criollo (8.90 hojas). Los resultados presentados en este estudio no coinciden con Vélchez *et al.* (2014), quienes reportan que el cultivar criollo fue superior al cultivar NB-6. Según Báez y Marín (2009) y Olivas y Ocampo (2010), el uso de enmiendas orgánicas y sintéticas no afectan significativamente el número de hojas, en el cultivar NB-6.

***Área foliar (cm<sup>2</sup>).*** El área foliar es una expresión cuantitativa de las plantas, puede medirse a través de ancho y longitud de la hoja, y contribuye a un aumento del rendimiento al incrementar los niveles de fotosíntesis (CIMMYT, 1985). El área foliar depende del cultivar, la posición de las hojas respecto al tallo, la edad y las condiciones ambientales de luz y temperatura (Moraga y Meza, 2005).

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los reportados por Moraga y Meza (2005), Gutiérrez y Bolaños (2015), Flores y Lino, (2015), Sovalbarro y Díaz, (2016), quienes indican que el cultivar NB-6 es superior estadísticamente en comparación a los cultivares criollos y NB-S; Rodríguez y Padilla (2017) reportaron mayor area foliar con diferentes fuentes de enmiendas.

***Altura de la inserción de la mazorca (cm).*** Se distinguen tres categorías estadísticas. El cultivar con mayor altura de inserción fue el criollo, seguido de NB-6 y NB-S, estos resultados son similares a los presentados por Tercero y Torrez (2004). Durante el proceso de fotosíntesis son de gran importancia las óptimas condiciones de clima puesto que las irregularidades en las temperaturas o precipitaciones detienen este proceso Messmer *et al.* (2012). Siendo las

condiciones ambientales factores determinantes en el proceso de la fotosíntesis y como resultado el crecimiento de la planta, Hernández y Soto (2012). Cisne y Laguna (2004) registraron datos de altura de inserción de la mazorca, mayores a los encontrados en el estudio para cultivares, criollo, NBS y mazorca de oro.

Se debe expresar que bajo las condiciones en las que se estableció el ensayo hubo déficit de agua ya que las precipitaciones registradas por INETER, (2009) en el período comprendido agosto-noviembre, fueron mínimas en comparación con los años anteriores (2007, 2008), lo que pudo provocar un efecto negativo sobre las variables de crecimiento de los cultivares mejorados.

#### 4.2. Efecto de las enmiendas sobre las variables de rendimiento en el cultivo de maíz

Las enmiendas presentaron efecto significativo sobre los componentes del rendimiento. En el cuadro 10 se observa que en la comunidad El Rincón del Diablo, las variables con diferencias significativas fueron longitud de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, en cambio en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba, sólo el peso de mil semillas presentó diferencias significativas.

Cuadro 10. Influencia de las enmiendas sobre variables de rendimiento en maíz

Variable Enmienda	PM (g)		LM (cm)		DM (cm)		NHM		NGH		PmS(g)		Rdto(kg ha <sup>-1</sup> )	
	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DN	RIN	DNJ	RIN	DN	RIN
Mungo	97.60a	69.97a	9.30a	8.32b	4.06a	3.63a	12.82a	11.75ab	19.99a	18.65b	287.71a	219.26a	1622.0a	1097.7a
Mixto	104.98a	70.51a	9.50a	8.63b	4.12a	3.68a	13.36a	11.47b	21.09a	20.50a	293.55a	218.08a	1898.1a	1155.2a
Sintético	93.54a	76.96a	9.20a	9.75a	4.03a	3.82a	12.87a	12.91a	20.40a	20.96a	259.97b	223.82a	1640.1a	1178.5a
Prob F	0.36	0.1	0.78	0.01	0.82	0.13	0.13	0.05	0.43	0.03	0.03	0.85	0.54	0.86
Cv (%)	19.64	19.51	11.76	11.3	8.31	5.94	7.57	4.94	10.02	10.17	10.97	11.84	21.71	31.7
R <sup>2</sup>	0.67	0.61	0.73	0.62	0.52	0.45	0.71	0.56	0.83	0.57	0.62	0.53	0.74	0.55

DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo, PM= Peso de mazorca, LM =Longitud de mazorca, DM = Diámetro de mazorca, NHM= Número de hilera por mazorca, NGH= Número de granos por hilera, PmS= Peso de mil semillas, Rdto= Rendimiento.

**Longitud de la mazorca (cm).** La longitud de la mazorca es un componente de gran importancia en el rendimiento del maíz y está influenciada por las condiciones de clima, suelo y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar (Castro y Garay 2005).

La longitud de la mazorca agrupó a las fuentes de enmiendas en dos categorías estadística, el mayor promedio se registró con la enmienda sintética y en una segunda categoría el mixto y el mungo (Cuadro 10); estos resultados difieren con los reportados por Díaz y Montenegro (2005), quienes registraron mayores valores con el uso de enmiendas orgánicas. Pavón y Zapata (2012) reportan que la longitud de la mazorca se incrementa al proporcionar un buen abastecimiento de nitrógeno, y reportan un mejor resultado con el uso combinado de Bokashi + Urea al 46 %.

Carrasco y Pineda (2009) y Alemán *et al.* (2020) no encontraron diferencias significativas en la longitud de la mazorca usando enmiendas orgánicas y sintéticas.

**Número de hileras por mazorca.** El número de hileras por mazorca está relacionado con la longitud de la mazorca, diámetro, cultivar y el nivel de fertilidad del suelo, factores asociados al aumento de la masa relativa de la mazorca y al número de hileras por mazorca (Artola y Villavicencio, 2012).

En el Cuadro 10 se observa que el número de hileras por mazorca es influenciado por el tipo de enmienda únicamente en la comunidad El Rincón del Diablo, localidad que registra mayor número de hileras por mazorca con el uso de la enmienda sintética. Este resultado se debe a que el número de hileras por mazorca está influenciado por características propias del cultivar y condiciones edafoclimáticas.

Estos resultados no coinciden con estudios realizados por Alemán *et al.* (2020), Zamora y Benavides (2003), Moraga y Meza, (2005), Valle y Velásquez (2019) quienes reportan diferencias estadísticas en esta variable por efecto de aplicaciones de enmiendas orgánicas y sintéticas en cultivares de maíz.

**Número de granos por hilera.** El número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras, humedad, disponibilidad de nutrientes, densidad poblacional, profundidad de raíces y por la cantidad adecuada de nitrógeno (Valle y Velásquez, 2019).

Se obtuvo un mayor número de granos por hilera por efecto de las enmiendas sintética y mixta, sin embargo, este comportamiento se registró solamente en la comunidad El Rincón del Diablo (Cuadro 10). Esto se puede atribuir a que las enmiendas sintéticas son de rápida acción y disponen rápidamente los nutrientes para los cultivos.

Olivas y Ocampo (2012) reportan mayor número de granos por hilera al usar enmiendas sintéticas contrario al uso de enmienda orgánica, en cambio Díaz y Montenegro (2005), Zamora y Benavides (2003), reportan un mejor comportamiento al hacer uso de una enmienda orgánica con respecto a una enmienda sintética.

Estudios de Valle y Velásquez, (2019), Moraga y Meza, (2005), Báez y Marín, (2009) no reportan diferencias en esta variable por efecto de enmiendas orgánicas y sintética.

***Peso de mil semillas (g).*** En el Cuadro 10 se observa que únicamente en la comunidad Dulce Nombre de Jesús se registran diferencias estadísticas entre las enmiendas, obteniéndose un mayor peso de mil semillas indistintamente si se utiliza mungo o la enmienda mixta. Estos resultados cambian con respecto a otros estudios, por ejemplo, los obtenidos en esta investigación coinciden con los de Alemán *et al.* (2020) quienes obtuvieron mayor peso de mil semillas al aplicar enmienda orgánica, en cambio, Pérez (2018) reporta promedios mayores al hacer aplicaciones de enmiendas sintéticas.

***Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).*** El rendimiento del cultivo de maíz, como en todos los cultivos, tiene componentes fijos, difícilmente modificables por el productor y componentes variables, los cuales el productor puede ajustar en base a su conocimiento y experiencia del cultivo (Castillo y Bird, 2017).

En el Cuadro 10 se observa que no hubo diferencias estadísticas por efecto de las enmiendas en ninguna de las comunidades. Estos resultados coinciden con los de Pérez-Rugama (2018), Olivas y Ocampo (2012), Báez y Marín (2010), Moraga y Meza (2005), quienes no reportan diferencias en el rendimiento respecto al uso de enmiendas orgánicas y sintética en el cultivo de maíz.

Otros estudios como los de Ordeñana y Tapia (2008), Díaz y Montenegro (2005) reportan un comportamiento distinto al registrar mayores rendimientos con enmiendas orgánicas comparadas con enmiendas sintéticas, al igual que Brown (2006), quien en estudios de largo plazo con enmienda orgánica, registra en el cultivo de maíz, rendimientos estables y significativamente superior con respecto a uso de enmienda sintética.

Maqueda *et al.* (2011), afirman que el rendimiento depende del tipo de enmienda suministrada y que el uso de compost y la eliminación de enmiendas sintéticas aumentan el contenido de micronutrientes y proporcionan beneficios a largo plazo en la fertilidad del suelo.

El rendimiento obtenido en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba es superior al rendimiento promedio nacional ( $1\ 323\ \text{kg ha}^{-1}$ ) del ciclo agrícola 2009-2010, sin embargo, los rendimientos son menores del potencial de rendimiento de los cultivares, lo que está relacionado a las bajas precipitaciones originada por la presencia del fenómeno de El Niño (MAGFOR, 2012).

#### **4.3. Efecto de los cultivares sobre las variables de rendimiento en el cultivo de maíz**

En el Cuadro 11 se observa los resultados estadísticos de las variables en función de los cultivares en ambas comunidades. El número de hileras por mazorca, peso de mil semilla y rendimiento son diferentes únicamente en Dulce Nombre de Jesús de Arriba, pero se registran diferencias en ambas comunidades para las variables longitud de mazorca y número de granos por hilera.

Cuadro 11. Influencia de los cultivares sobre variables de rendimiento en maíz

Variable	PM (g)		LM (cm)		DM (cm)		NHM		NGH		PmS (g)		Rdto (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Cultivar	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ
NB6	101.51a	71.02a	9.85a	9.21a	4.09a	3.71a	13.34a	12.06a	21.71a	20.86a	271.43b	208.36a	1769.5ab	1130.1a
NBS	95.71a	61.06a	9.60a	9.27a	4.06a	3.64a	13.53a	11.03a	21.50a	20.53a	264.05b	227.75a	1889.0a	1128.8a
Criollo	98.89a	71.35a	8.69b	8.23b	4.06a	3.77a	11.87b	11.64a	18.27b	20.23ab	305.15a	225.05a	1501.9b	1176.5a
Prob F	0.767	0.124	0.05	0.035	0.973	0.39	0.001	0.153	0.009	0.011	0.01	0.172	0.05	0.945
Cv (%)	19.64	19.51	11.76	11.3	8.31	5.94	7.57	4.94	10	10	10.97	11.84	21.71	31.7
R <sup>2</sup>	0.67	0.61	0.73	0.62	0.52	0.45	0.71	0.56	0.83	0.57	0.62	0.53	0.74	0.55

DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo PM= Peso de mazorca, LM =Longitud de mazorca, DM = Diámetro de mazorca, NHM= Número de hilera por mazorca, NGH= Número de granos por hilera, PmS= Peso de mil semillas, Rdto= rendimiento.

**Longitud de la mazorca (cm).** Se registra mayor longitud de mazorca en ambas comunidades con los cultivares mejorados, resultados que concuerdan con Alemán *et al.* (2020), quienes reportan un mejor comportamiento de esta variable con el uso de este tipo de materiales vegetales respecto a materiales criollos, en comparación los resultados de Tercero y Torrez (2004) y Viera (2004) son diferentes, ya que reportan un mejor comportamiento de cultivares criollos respecto a cultivares mejorados.

Moraga y Meza (2005), no encontraron diferencias significativas para esta variable; afirmando que la longitud de mazorca está influenciada por condiciones ambientales y disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, la longitud de la mazorca es una característica genética propia de cada cultivar.

**Número de hilera por mazorca.** Se registra diferencia estadística únicamente en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba, siendo los cultivares mejorados los de mejor comportamiento. Estos resultados se asemejan a los de Kibeth *et al.* (2009), Tercero y Torrez (2004) quienes obtuvieron mayor comportamiento con un material mejorado con respecto a una criollo. Por el contrario, Ruiz y Morrison (2008), Marín y Báez (2010), en ensayos similares no registraron diferencias en cuanto a esta variable.

**Número de granos por hilera.** El número de granos por hilera además de estar determinado por el cultivar está influenciado por cambios ambientales y condiciones del cultivo (Jugenheimer, 1990).

El número de granos por hilera fue superior en ambas comunidades con los cultivares mejorados (Cuadro 11); estos resultados son similares a los reportados por Kibeth *et al.* (2009), Zamora y Benavides (2003), quienes determinaron que los cultivares mejorados alcanzan mayor número de granos por hilera en comparación a un cultivar criollo.

**Peso de mil semillas (g).** En esta variable solo en Dulce Nombre de Jesús de Arriba se registran diferencias estadísticas, siendo el cultivar criollo el que obtiene mayor peso de mil semillas; estos resultados coinciden con los Kibeth *et al.* (2009), así como con los resultados de Artola y Villavicencio (2015).

**Rendimiento ( $kg\ ha^{-1}$ ).** El rendimiento depende de los recursos que existen en el medio, también del potencial genético influenciado por factores biológicos y ambientales (Moraga y Meza, 2005).

La producción de maíz necesita que exista disponibilidad de nutrientes en cantidades suficientes en el suelo (Somarriba, 1998). Kibeth *et al.* (2009) al evaluar el efecto del nivel de humedad y nitrógeno en el cultivo de maíz, mencionan que una deficiente humedad en el período cercano a la floración puede reducir un 50 % el rendimiento de grano, además mencionan que un déficit de agua durante el llenado de grano reduce el rendimiento del cultivo.

El rendimiento presentó diferencias significativas sólo en Dulce Nombre de Jesús de Arriba siendo el cultivar NB-S el que presentó el mayor rendimiento seguido de NB-6 y criollo (Cuadro 11). Estos resultados son similares con los reportados por Artola y Villavicencio (2015), quienes al evaluar cultivares mejorados (NB-6 y NB-S) y criollo, este último fue superado por los mejorados, sin embargo, Tercero y Torrez (2004) reportan un comportamiento diferente al determinar un mejor comportamiento de un cultivar criollo respecto a cultivares mejorados (NB-6, NB-S y NB-904).

Únicamente en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba, los resultados de este estudio superan al rendimiento promedio nacional del ciclo agrícola 2009/2010 ( $1\ 323\ kg\ ha^{-1}$ ). Los bajos rendimientos de grano obtenidos se debieron a las irregularidades climáticas por efecto de

poca pluviosidad en la cosecha de postrera originado por la presencia del fenómeno de El Niño según MAGFOR (2012).

#### 4.4. Variables de crecimiento en el cultivo de fríjol

##### 4.4.1. Crecimiento del fríjol en función de las enmiendas

La única variable que presentó diferencias significativas fue área foliar ( $p = 0.0070$ ), en la comunidad El Rincón del Diablo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Influencia de la enmienda sobre variables de crecimiento en fríjol

Variables Enmiendas	AltP (cm)		NH		AF (cm <sup>2</sup> )	
	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN
Humus de lombriz	70.98 a	54.12 a	16.20 a	11.45 a	30.83 a	22.36 ab
Mixto	73.34 a	60.11 a	16.28 a	12.66 a	30.10 a	24.57 b
Sintético	76.22 a	63.55 a	16.60 a	12.93 a	31.21 a	28.52 a
Prob F	0.2069	0.0571	0.904	0.5311	0.6201	0.0070
Cv (%)	11.43	15.52	14.15	27.41	9.12	17.32
R <sup>2</sup>	0.96	0.71	0.74	0.41	0.57	0.59

DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo, AltP = altura de planta, NH = número de hojas, AF = área foliar.

**Área foliar.** Según el CIAT (1993), el área foliar es una variable de mucha importancia para la fotosíntesis en la producción de carbohidratos, aumento de la materia seca, la respiración, el crecimiento y la liberación de CO<sub>2</sub>. Torres y Mendoza (2002), aseguran que el área foliar es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas, Rosas (1998) asevera que el área foliar al ser un fenómeno cuantitativo puede ser medido basándose en parámetros como ancho, longitud, acumulación de materia seca, número de nudos e índice de área foliar.

Se encontró que las plantas de fríjol fertilizadas con enmienda sintética presentaron mayor área foliar (28.52 cm<sup>2</sup>) que las fertilizadas con la combinación orgánico-sintético (24.57 cm<sup>2</sup>) y con sólo orgánico (22.36 cm<sup>2</sup>) como se muestra en el cuadro 12. Castro *et al.* (2009) y Durán y Henríquez (2010) señalan que las enmiendas orgánicas tardan mayor tiempo en liberar los



nutrientes y por lo tanto no se encuentran rápidamente disponibles para las plantas. Es posible que esto afecte el área foliar al hacer uso de enmiendas orgánicas.

Zamora, Chavarro, Cáceres y Buitrago (2017) no encontraron diferencias significativas al evaluar dos enmiendas orgánicas y una sintética.

Torres y Mendoza (2002); Marengo y Montserrat (2003), obtuvieron valores superiores a los reportados en este estudio y mencionan que al incrementarse el aporte de nitrógeno al cultivo de fríjol se produce un aumento de compuestos solubles y proteínas, con el aumento del contenido proteico, las hojas crecen más y así aumenta la superficie del área foliar y con ello la capacidad de incrementar la fotosíntesis, lo que, a su vez, produce mayor desarrollo radicular, materia seca y rendimientos.

#### 4.4.2. Crecimiento del fríjol en función de los cultivares

Las variables de crecimiento se vieron influenciadas por los cultivares. En el cuadro 13 se observa que sólo en Dulce Nombre de Jesús de Arriba hubo diferencias altamente significativas para las variables número de hojas y área foliar; y en ambas comunidades, se registró diferencia altamente significativa para la variable altura de planta. El cultivar INTA-Masatepe registró mayor altura de planta, número de hojas y área foliar en ambas comunidades.

Cuadro 13. Influencia de los cultivares sobre variables de crecimiento en fríjol

Variables Cultivar	AltP(cm)		NH		AF (cm <sup>2</sup> )	
	DNJ	RIN	DNJ	RIN	DNJ	RIN
INTA- Rojo	67.91 b	51.94 b	14.49 b	12.51 a	29.94 b	32.03 a
INTA- Masatepe	89.74 a	73.05 a	18.39 a	12.98 a	33.19 a	35.66 a
Criollo (Rojo seda)	72.89 b	52.79 b	16.20 b	11.55 a	29.00 b	32.53 a
Prob F	0.0001	0.0001	0.0009	0.2096	0.001	0.6866
Cv (%)	9.53	8.08	12.74	15.55	7.66	11.05
R <sup>2</sup>	0.87	0.94	0.84	0.85	0.77	0.87

DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo, AltP = altura de planta, NH = número de hojas, AF = área foliar.

**Altura de planta (cm).** La altura de planta es una característica que varía con respecto al cultivar (Tapia, 1981); aunque muchas veces se conocen algunas características bien marcadas de los cultivares liberados, es posible que haya cambios debidos principalmente al ambiente en donde se desarrollan y no específicamente a sus características varietal, ya que el ambiente y el genotipo ejercen influencia en la expresión del fenotipo (Esquivel, 2006).

El cultivar INTA-Masatepe presentó la mayor altura debido a que, según INTA-PROMESA (2002), es un cultivar de crecimiento arbustivo y de guía larga, por lo tanto, era de esperarse que produjera las plantas más altas debido a su hábito de crecimiento (San Román-Suárez, 2019). Encontraron diferencias altamente significativas entre los cultivares de frijón debido a que la altura de planta es una característica propia de los cultivares, que es el resultado de números de nudos y longitud de los entre nudo.

Los valores promedios para altura de planta en las dos comunidades varían en dependencia del cultivar. En el Cuadro 13, se aprecia que el cultivar INTA-Masatepe en comparación con los otros cultivares, presentó mayor altura de planta. Los cultivares INTA-Rojo y criollo presentan la misma categoría estadística.

Corea y López (2001) obtuvieron alturas promedias de 34 cm para el cultivar INTA-Masatepe, muy por debajo a lo reportado en el estudio. De igual forma, Acevedo y Chávez (2010), obtuvieron alturas promedio de 9.07 y 11.57 cm para los cultivares INTA-Rojo e INTA-Masatepe, respectivamente debido a que las plantas crecieron en condiciones adversas (sequía). INTA (2009), reportó para los cultivares INTA-Masatepe e INTA-Rojo alturas promedias entre 50 y 60 cm.

**Número de hojas.** Las hojas del frijón las constituyen los cotiledones, los que proporcionan las sustancias de reserva para la germinación y emergencia, al finalizar los procesos fisiológicos se caen a la semana de germinada la semilla (INTA, 2009).

Las hojas primarias son las primeras hojas verdaderas, forman el segundo par de hojas, son simple y opuestas. A partir del tercer nudo se empiezan a desarrollar las hojas compuestas, estas son alternas (Aguirre y Gutiérrez, 2018).

El análisis estadístico indica que el cultivar INTA Masatepe supera a los otros cultivares, esto ocurre únicamente en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba (Cuadro 13).

Martínez y Loza, (2013) encontraron diferencias en el número de hojas en distintos cultivares; el cultivar con menor número de hojas fue INTA-Sequia (5.6), seguido del SEN 52 y PIPIL con 6.18 y 6.47 respectivamente, el cultivar INTA-Rojo presentó 6.56 hojas seguido de SC 227 con 6.78 hojas; el mejor cultivar con mayor número de hojas fue INTA Negro con 6.8 hojas.

**Área foliar ( $cm^2$ ).** La evaluación del área foliar es fundamental en estudios de nutrición, crecimiento vegetal y aprovechamiento de los nutrientes, con esta variable se determina la acumulación de materia seca, metabolismo de carbohidratos, rendimiento y calidad de cosecha (Mejía, 2017).

Los resultados presentan diferencias significativas entre los tratamientos sólo en la comunidad de Dulce Nombre de Jesús de Arriba, siendo el cultivar INTA Masatepe la de mayor área foliar (Cuadro 13).

Mejía (2017) evaluando enmiendas minerales, orgánicas y biológicas no registra diferencias significativas con respecto al área foliar; igual resultado obtuvo Estévez (2018), al evaluar dos enmiendas orgánicas y una sintética.

#### **4.5. Efecto de las enmiendas sobre las variables de rendimiento en el cultivo de fríjol**

El rendimiento del cultivo de fríjol está definido principalmente por el número de vainas por planta y el número de granos por vaina, dichas variables están en dependencia del número de flores que tenga la planta durante la etapa de floración y la influencia de factores ambientales como: nutrientes, humedad, luz y espacio, lo que condiciona que no se demore el crecimiento

de las partes del órgano de la flor, dando como resultado un mayor desarrollo del grano y un mayor peso del mismo (Peralta, 2000).

El tipo de enmienda incidió significativamente para la variable número de granos por vaina únicamente en la comunidad El Rincón del Diablo. En lo relacionado con el número de vainas por planta, peso de mil semillas y el rendimiento, no se registró diferencia significativa en las dos comunidades de acuerdo con el Cuadro 14.

Cuadro 14. Influencia de las enmiendas sobre variables de rendimiento en fríjol

Variable Enmiendas	NV/P		NG/V		PmS (g)		Rdto kg ha <sup>-1</sup>	
	DN	RIN	DN	RIN	DN	RIN	DN	RIN
Humus de lombriz	12.35 a	8.85 a	5.76 a	5.00 b	205.59 a	169.46 a	1045.72 a	654.29 a
Mixto	12.45 a	9.13 a	5.84 a	5.15 ab	216.93 a	166.94 a	1086.44 a	538.24 a
Sintético	12.83 a	10.51 a	5.86 a	5.47 a	198.95 a	165.06 a	1102.55 a	655.26 a
Prob F	0.6408	0.0759	0.6391	0.0449	0.7435	0.912	0.8793	0.4424
Cv (%)	4.34	19.07	5.84	8.4	6.34	15.04	11.7	41.19
R <sup>2</sup>	0.98	0.65	0.81	0.69	0.98	0.54	0.98	0.38

DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo, NV/P =Número de vainas por planta, NG/V= Número de granos por vaina, PmS= Peso de mil semillas, Rdto= Rendimiento.

**Número de granos por vaina:** El número de granos por vaina es una variable que está relacionada directamente con el rendimiento y está determinada por las características genéticas propias de cada cultivar, lo cual varía poco con las condiciones ambientales prevalecientes en cada región (Tapia, 1981).

El mayor número de granos por vaina se obtiene con la enmienda sintética, con un valor promedio de 5.47 granos, seguida por la enmienda mixta con 5.15 granos y la enmienda orgánica con 5.00 granos. Esos resultados coinciden con los de Corea y López (2001), quienes evaluando variables de crecimiento en fríjol común obtuvieron los valores más altos utilizando enmiendas sintéticas.

Resultados distintos fueron obtenidos por Torres y Mendoza (2002), quienes reportaron mayor número de granos por vaina utilizando una enmienda orgánica; igualmente Blandón y Peralta (2016) encontraron mayores promedios en dos épocas de siembra, en primera con cinco granos

y en postrera con seis granos por vaina, al usar una bioenmienda a base de estiércol y leche de bovinos.

Los resultados de este estudio nos muestran que la enmienda sintética permitió que las plantas de frijol presentaran más granos por vaina en comparación con las plantas fertilizadas sólo con humus de lombriz y la combinación de enmienda sintético y humus de lombriz. Según Tercero y Torrez (2004) reportan que la aplicación combinada de enmienda sintética con humus de lombriz logró alcanzar mayor rendimiento con respecto a los demás tratamientos evaluados.

Aguirre y Gutiérrez (2018) encontraron que el efecto de las enmiendas sobre el número de granos por vaina, no presentan diferencias estadísticas significativas.

**Rendimiento ( $kg\ ha^{-1}$ ).** En el Cuadro 14 se observa que no hay diferencias significativas para el factor enmiendas orgánico, estos resultados son similares a los presentados por San Román-Suárez (2019) al realizar el análisis de varianza, no encontró diferencias estadísticas significativas para el factor enmiendas orgánicos.

El rendimiento obtenido en el ensayo fue mayor al promedio nacional, en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba, con las tres fuentes de nutrientes y en El Rincón del Diablo con dos de las fuentes de nutrientes, siendo el rendimiento promedio nacional para el ciclo de primera 2011 de  $626.03\ kg\ ha^{-1}$ . Los bajos rendimientos obtenidos con el uso de las tres fuentes de nutrientes se debió a las irregularidades climáticas por efecto de alta pluviosidad en la cosecha de primera originado por la presencia del fenómeno la Niña según MAGFOR (2012).

#### **4.6. Efecto de los cultivares sobre las variables de rendimiento en el cultivo de frijol**

El Cuadro 15 muestra que no hay diferencias significativas para las variables de rendimiento por efecto de los cultivares, en las dos comunidades.

Cuadro 15. Influencia de los cultivares sobre variables de rendimiento en fríjol

Variables Cultivar	NV/P		NG/V		PmS (g)		Rdto Kg ha <sup>-1</sup>	
	DN	RIN	DN	RIN	DN	RIN	DN	RIN
INTA- Rojo	12.43a	9.85 a	5.77 a	5.29 a	224.56a	176.22a	1026.87a	617.22a
INTA- Masatepe	12.13a	9.00 a	5.76 a	4.99 a	201.79a	159.52a	1101.49a	586.88a
Criollo (Rojo seda)	13.07a	9.64 a	5.93 a	5.34 a	195.13a	165.73a	1106.35a	643.70a
Prob F	0.2343	0.5039	0.1906	0.1177	0.1348	0.2775	0.7447	0.8609
Cv (%)	10.50	14.77	4.37	31.62	17.22	16.07	26.14	31.49
R <sup>2</sup>	0.70	0.84	0.44	0.73	0.43	0.60	0.42	0.73

DNJ= Dulce Nombre de Jesús de Arriba, RIN= El Rincón del Diablo, NV/P =Número de vainas por planta, NG/V= Número de granos por vaina, PmS= Peso de mil semillas, Rdto= Rendimiento.

Según Alvarado (2000) el rendimiento del grano es el principal objetivo por alcanzar y la principal variable de cualquier cultivo, la que determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético. El rendimiento del grano es el resultado de una serie de factores biológicos, ambientales y de manejo que se da al cultivo, los cuales, al relacionarse positivamente entre sí, dan como resultado una mayor producción de grano por hectárea.

Los cultivares no presentaron diferencias significativas en la variable rendimiento. Estos resultados son similares a los obtenidos por Martínez y Loza (2013) al no encontrar diferencias significativas entre los cultivares estudiadas  $F= 0.421$  con valor de  $p= 0.828$ , pero difieren con los resultados encontrados por San Román-Suárez (2019), quien encontró diferencias estadísticas significativas para el factor cultivar.

El rendimiento obtenido en los tres cultivares en la comunidad Dulce Nombre de Jesús de Arriba, superó al rendimiento promedio nacional ( $626.03 \text{ kg ha}^{-1}$ ) registrado en la época de primera del 2011, mientras que en El Rincón del Diablo, solo el cultivar criollo lo supera. Los bajos rendimientos de grano obtenidos son debido a la irregularidades climáticas por efecto de la alta pluviosidad en la cosecha de primera, originado por la presencia del fenómeno de la Niña (MAGFOR, 2012).

#### 4.7. Análisis de componentes principales (ACP) para la fertilidad del suelo

El ACP ayuda a discriminar las variables que más aportan a la variación, es decir que, a partir de una base de datos cuantitativos, se mantiene la mayor cantidad de información posible (Benavides y Morán, 2013).

En la Figura 3 se observa la relación entre los componentes de la fertilidad física y química del suelo. Cuando la magnitud de los vectores es semejante y el ángulo formado entre ellos es menor, significa que existe mayor relación entre los componentes de la fertilidad del suelo.

En la Figura 3a se muestra que existe una asociación entre el componente de la fertilidad física, retención de agua (CC) y su relación con la enmienda 100% orgánico (Humus de lombriz). Se demuestra la relación entre los componentes de la fertilidad química del suelo (MO, Nt y P); todos ellos como variables dependientes de los ambientes evaluados.

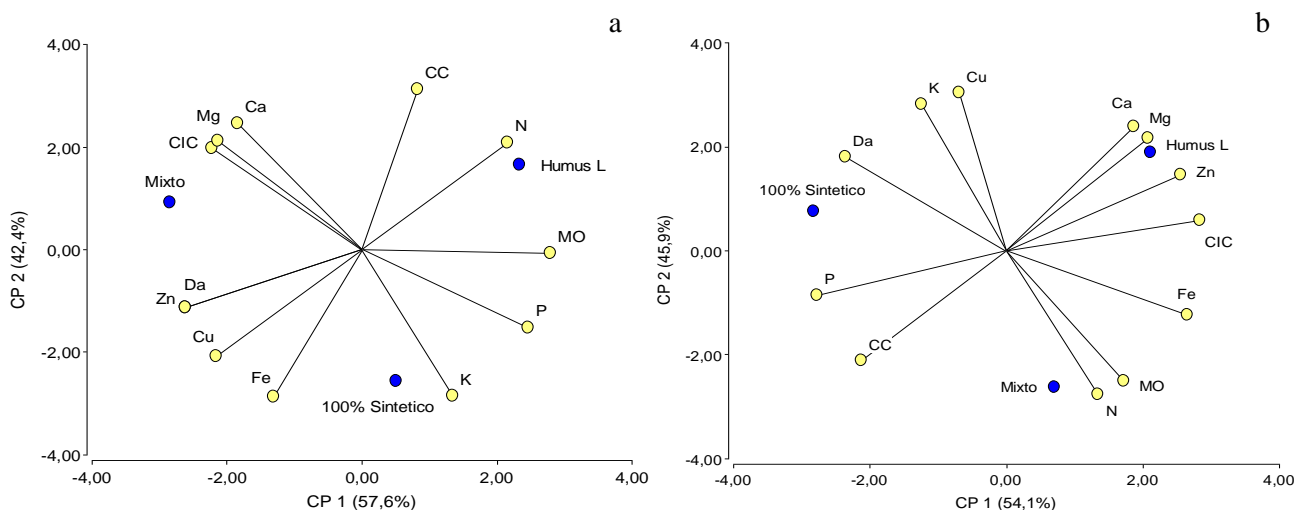


Figura 3. Análisis de componentes principales de variables físicas y químicas del suelo en la comunidad de Dulce Nombre de Jesús de Arriba (a) y El Rincón del Diablo (b)

Se muestra en la Figura 3.b que las variables están más asociadas a las enmiendas orgánicas (humus de lombriz y mixto), lo que demuestra una tendencia en estos sistemas de presentar una mejor fertilidad física y química. Esto se fundamenta porque estos sistemas tienen mayores contenidos de materia orgánica comparado con el sistema convencional, Ojeda *et al.*, (2007),

expresa que la materia orgánica influye proporcionalmente en los componentes de la fertilidad física, química y biológica según las cantidades presentes en él. Similar a lo expresado por Reyes *et al.*, (2007), quienes plantean, la conservación del suelo está asociada al contenido de su materia orgánica.

Según Narro (2004), citado por Larios (2014), los principales beneficios que presentan los suelos manejados orgánicamente están la capacidad de almacenamiento de agua, mayor capacidad de intercambio catiónico, aumento de la materia orgánica, además es considerada una fuente alternativa de nutrientes.



## V. CONCLUSIONES

Las variables de crecimiento no fueron influenciadas por efecto de las enmiendas del suelo en ninguna de las comunidades, excepto el diámetro del tallo del maíz y el área foliar del frijol en la comunidad El Rincón del Diablo.

El cultivar Olote Rojo (maíz criollo), en la comunidad Dulce Nombre de Jesús, presenta una relación directa entre la altura de planta y la altura de inserción de la mazorca, datos que superaron a los cultivares mejorados; sin embargo, en el resto de las variables de crecimiento, este cultivar es superado por los mejorados. En El Rincón del Diablo, no se registra efecto de los cultivares de maíz en las variables de crecimiento.

Los componentes de los rendimientos del maíz se presentaron de mejor manera en los cultivares mejorados y con la enmienda sintética, exceptuando el peso del mil semilla tanto para el cultivar criollo, como para la enmienda verde y mixta.

En ambas comunidades INTA Masatepe supera en crecimiento a los otros cultivares, menos en El Rincón del Diablo para el área foliar, en el caso de las enmiendas, en esta misma comunidad, solo el número de granos por vaina fue distinto.

Existe mejor relación entre las enmiendas orgánicas y los componentes físicos y químicos del suelo ligados a su mejora como son la densidad aparente, la capacidad de campo, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Establecer el cultivar de maíz criollo combinado con la enmienda verde y en el caso de frijol, utilizar igualmente el cultivar criollo más la enmienda mixta, lo que permitirá una mejora en los componentes de la fertilidad física y química del suelo.

## VII. LITERATURA CITADA

- Acevedo Herrera, H. J.; y Chávez Roa, J. J. (2010). Comportamiento de cinco cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y una de caupí (*Vigna unguiculata* L. Walpers), fertilizadas con vermicompost en la época de postrera, Diriamba, Carazo, 2008. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 33 p. Recuperado el 10 de febrero de 2019, de <https://repositorio.una.edu.ni/2130/1/tnf30a174c.pdf>
- Aguirre, J. F.; y Gutiérrez García, R. A. (2018). Fertilización con BIOL y completo y su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común, El Plantel, Masaya 2017. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 44 p. Recuperado el 5 de agosto de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04a284f.pdf>
- Alemán, F. 1991. Manejo de malezas, Texto básico. 1ed, ESAVE/UNA Managua, NI. 164 p
- Alemán Pérez, R. D.; Ortiz Tenemaza, R. V.; Domínguez Brito, J.; Bravo Medina, C. A.; Alba Rojas, J. L.; Rodríguez Guerra, Y.; Pico Angulo, C.; y Freile Almeida, J. (2020). Desarrollo productivo de dos cultivares locales de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de fertilización mineral y orgánico en la Amazonía Ecuatoriana. Ciencias Agrarias, 13(1). Recuperado el 1 de septiembre de 2020, de <file:///C:/Users/MARTHA~1/AppData/Local/Temp/343-Texto%20del%20art%C3%ADculo-623-1-10-20200730.pdf>
- Alvarado, N. 2000. La fertilización orgánica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) y mejoramiento de 3 componentes de su sistema tradicional de producción. Managua, NI. 25 p.
- Alvarez Solís, J.D.; Díaz Pérez, E.; León Martínez, N.S. y Guillén Velásquez, J. 2010. Enmiendas orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz. Terra Latinoamericana, 28(3), 239-245. Recuperado en 13 de noviembre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792010000300006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000300006&lng=es&tlng=es).
- Altieri, MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture Ecosystems and Environments. (en línea). Consultado 15 sep. 2008. Disponible en <http://www.rualberta.ca/People/renr450/docs/ecolrolebiodiv.pdf>
- Artola, V. G.; y Villavicencio, O. C. (2015). Comportamiento agronómico de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.) por efecto de la aplicación de abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 52 p. Recuperado el 4 de agosto de 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/35166856.pdf>
- Arzola, N.; Fundora, O.; y Machado, J. 2003. Suelo, planta y fertilización. Editorial pueblo y educación, primera reimpresión. La Habana, CU. 461 p

- Báez Espinoza, J. L.; y Marín López, J. R. (2009). Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El Plantel, Masaya, 2009. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 52 p. Recuperado el 3 de junio de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04b142.pdf>
- Benavides Gonzáles, A. y Morán Centeno, JC (2013). Análisis numérico de características básicas de unidades familiares productivas (UFP) en nueve comunidades rurales de Nicaragua. La Calera, 13(21), 101-109.
- Blandón Herrera, R.I.; y Peralta Chavarría, I. (2016) Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas preliminarmente en siete comunidades del municipio de Matagalpa, en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 primera 2014. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 41 p. Recuperado del 14 de octubre de 2020, de <https://repositorio.una.edu.ni/3280/1/tnf30b642c.pdf>
- Blessing, M.; y Hernández, G. 2009. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6 Bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. Managua. 2007-2008. NI. 28 p.
- Brown, P. 2006. Maize growing in Nyasaland (Malawi) II. Fertilizer Requirements. *Experimental Agriculture*, 2, p 49-60
- Cáceres, D.; y Meza, J. 2001. Comparación del efecto de la fertilización mineral, orgánica y control de malezas en cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) establecido en callejones de madero negro (*Gliricidia sepium* L.) y convencional. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI. 59 p.
- Castellón Rodríguez, A. L.; y Padilla Arguello, N. (2017). Evaluar el efecto del uso de dos fertilizantes sintéticos y un orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Var. Nutrinta Amarillo, Centro Experimental Las Mercedes, 2016. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 41 p. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04c348.pdf>
- Castillo Cajina, R.; y Bird Moreno, R. (2017). Análisis de los determinantes del rendimiento del maíz en Nicaragua. *Revista de Economía y Finanzas BCN*, 4, 104. Recuperado el 10 de febrero de 2020, de <https://docplayer.es/16611278-Characterizacion-del-cultivo-de-maiz-en-nicaragua-un-analisis-de-varianza-de-los-determinantes-del-rendimiento.html>
- Castro López, C. J.; y Garay Medrano, M. U. (2005). Evaluación y adaptación de 10 cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Jalapa. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 53 p. Recuperado el 2 de septiembre de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30c355e.pdf>

- Castro, A.; Henríquez, C.; y Bertsch, F. 2009. Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 33(1):31-43.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Ed. AV, Schoonhoven. CO. 56 p.
- Cisne, D.; y Laguna, R. 2004. Estudio comparativo de la producción orgánica y tradicional de papa (*Solanum tuberosum* L), en Mirafior, Estelí. *Revista La Calera*. Año 4, vol.4:5-9p.
- Corea, M.; y López, D. 2001. Efecto de fertilización mineral y orgánica y control de malezas en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo sistemas de callejón con madero negro (*Gliricidia sepium*) y convencional, Sabana Grande, Managua. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 65 p.
- Díaz Rivera, D.S.; y Montenegro Rugama, W.N. (2005). Evaluación de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) CULTIVAR NB-S. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 52 p. Recuperado el 5 de agosto de 2020, de <https://repositorio.una.edu.ni/1937/1/tnf04d542.pdf>
- Durán Umaña, L.; y Henríquez Henríquez, C. 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 85-93. Recuperado el 8 de agosto de 2020, de [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212010000100009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000100009&lng=en&tlng=es)
- Estévez Ayala, S. (2018). Evaluación del rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar INIAP 484 CENTENARIO, bajo fertilización química, micronutrientes, y orgánica más *Rhizobium* sp. Tesis. Recuperado el 8 de agosto de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14052/1/T-UCE-0004-A55-2018.pdf>
- Esquivel, S. 2006. *Biología general*. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 104 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (2007). *El Maíz en la Nutrición Humana*. Alimentación y Nutrición No. 25. p.114 – 159.
- Flores Arias, H. P.; y Lino Frank, J. M. (2015). Eficiencia de dos tipos de fertilizantes sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) cultivar Nutrinta amarillo, Centro Experimental Las Mercedes 2014. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 42 p. Recuperado el 13 de mayo de 2020, de <https://repositorio.una.edu.ni/3209/1/tnf04f634t.pdf>
- García Centeno, L. 2006. *Uso de abonos verdes en cultivos agrícolas*. Guía técnica. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 20 p.

Gómez, O.; y Minelli, M. 1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. ISCA.-EPV. Managua, NI. 76 p.

Google Earth, 2012; Google imágenes, 2012

Gutiérrez Matamoros, C. J.; y Bolaños Aguilar, R. E. (2015). Comparación de dos fertilizantes sintéticos versus un orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Cultivar Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2015. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 52 p. Recuperado el 12 de agosto de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04g984c.pdf>

Hernández Terrón, J.J. 2017. Efecto del compost y vermicompost de estiércol pecuario, en el suelo y en la producción de jitomate y maíz. Tesis. MSc. Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Temascaltepec. Estado de México, MX. 83 p.

Inifom (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal). 2008. Ficha municipal de Ciudad Darío, Matagalpa. Consultado 28 oct. 2008. Disponible en [http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MATAGALPA/muy\\_muy.pdf](http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MATAGALPA/muy_muy.pdf)

INTA-PROMESA. 2002. Catálogo de semillas, híbridos y cultivares. Proyecto de mejoramiento de Semillas. Managua, NI. 48 p.

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2009. Cultivo del maíz. Managua-Nicaragua. 4-6 p

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2010. Departamento de estadística de meteorología. Managua, Nicaragua.

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2012. Registro de datos meteorológicos. Managua, Nicaragua.

ISTA (International seed testing Association, US). 1995. International rules for Testing. Zurich. P.117

Jugenheimer, R. (1990). Métodos de cultivos y producción de semillas. México: Limusa. Recuperado el 22 de Julio de 2020

Kibet Seren, C.; López Castañeda, C.; y Kohashi Shibata, J. (2009). Efecto del nivel de humedad y nitrógeno en el suelo en el comportamiento de maíces híbridos y criollos de los valles altos de México. *Agronomía Costarricense*, CR. 33(1). Recuperado el 8 de septiembre de 2020, de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v33n01-103.pdf#page=1&zoom=auto,-144,744](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v33n01-103.pdf#page=1&zoom=auto,-144,744)

Laboratorio de suelos y aguas Universidad Nacional Agraria (LABSA-UNA). (2011). Criterios de clasificación según resultados de laboratorio. Managua, Nicaragua.

- Larios González, R.C. (2014). Fertilidad del suelo bajo prácticas agroecológicas y manejo convencional en el cultivo de café, Nicaragua 2009 - 2010. Tesis. MSc. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 75 p.
- López Gonzáles, A.S. 2017. Análisis de la medición de productividad de granos básicos, en Nicaragua, periodo 1961-2013. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria. Matagalpa, NI. 108 p. Recuperado el 8 de septiembre de 2020, de <https://ageconsearch.umn.edu/record/275415/files/Lopez-Gonzalez%20Alvaro.pdf>
- MAGFOR. (2012). Informe de Producción Agropecuaria Acumulado a abril 2011. Informe. Recuperado el 5 de noviembre de 2012, de <https://www.yumpu.com/es/document/read/38341580/informe-de-produccion-agropecuaria-acumulado-a-abril-magfor>
- Marengo, I.; y Monserrat, G. 2003. Evaluación del crecimiento y rendimiento de seis poblaciones de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comunidad de San Marcos, Carazo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 27 p.
- Maqueda, F; Herencia, J.; & Ruiz, M. 2011. Organic and inorganic fertilization effects on DTPA- extractable Fe, Cu, Mn and Zn, and their concentration in the edible portion of crops. *The Journal of Agricultural Science*, 149, pp 461-472
- Martínez Ibarra, J. C.; y Loza Alvarado, E. M. (2013). Evaluación de seis cultivares de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.), en el Centro Nacional de Referencias en Agroplasticultura, Campus Agropecuario, UNAN-León, durante el ciclo agrícola de postrema 2012. Ing. Agroecología Tropical. Universidad Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología. León, NI. p. Recuperado el 5 de mayo de 2020, de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/6175>
- Matheus, J.; Caracas, J. M.; y Fernández, O. (2007). Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays* L.). *Agricultura Andina*, 13, 27-38. Recuperado el 7 septiembre de septiembre de 2020
- Mejía, K. J. (2017). La fertilización mineral, orgánica y biológica sobre la producción de fríjol común en Santa Rosa de Copán. *Revista Ciencia y Tecnología* (19), 181-198.
- Messmer, M.; Hinderman, I.; Rengeld, Z.; & Thorup, K. 2012. 1a ed. *Organic crop breeding*. Oregon, US. p. 15-32.
- Moraga Quezada, N. Y.; y Meza Rodríguez, I. A. (2005). Evaluación de dos dosis de abonos orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y un mineral sobre la dinámica del crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) cultivar NB-6. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 53 p. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04m827e.pdf>

- Rodríguez Muñoz, J. (2013). Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en Estado de Choclo cultivados a dos distancias de siembra. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil, EC. 91 p. Recuperado el 12 de agosto de 2020, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2901/1/Tesis%20en%20Ma%C3%ADz%20Jaime%20Rodriguez.pdf>
- Ojeda Quintana LJ; AD, Oropesa; I, Castañeda; H, Eupierre; V, Chirino. 2007. Geomorfología, propiedades físicas y principales componentes de la fertilidad del suelo en un bosque semideciduomesófilo natural y en zonas de colecciones de plantas del Jardín Botánico de Cienfuegos. (en línea). Consultado 20 ene. 2011. Disponible en <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=15&hid=21&sid=8c1a403a-0891-4e39-8762-10ab45e1c351%40sessionmgr14>
- Olivas Orozco, N. B.; y Ocampo Tercero, F. G. (2012). Efecto de la fertilización orgánica versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El Plantel, Masaya, 2010. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 37 p. Recuperado el 3 de mayo de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04o48e.pdf>
- Ordeñana, D.; y Tapia, L. (2008). Comportamiento de arvenses en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L) cultivar NB-6, bajo dos sistemas de producción convencional y orgánico en la finca El Plantel, Masaya. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 24 pp
- Pavón Garache, J. D.; y Zapata Valle, O. I. (2012). Comparación de tres fertilizantes orgánicos y un combinado en el cultivo de maíz (*Zea mays*), en el campus agropecuario de la UNAN-León en el periodo comprendido de abril a julio del 2011. Ing. Agroecología Tropical. Universidad Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología. León, NI. 78 p. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5671/1/221265.pdf>
- Pérez Rugama, E. H. (2018). Evaluación de la fertilización orgánica (BIOL) y sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), cv. NB 9043, bajo riego complementario por goteo, finca El Plantel, Masaya 2017. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 46 p. Recuperado el 25 de Julio de 2020, de <https://repositorio.una.edu.ni/3674/1/tnf04p438e.pdf>
- Peralta, M. A. 2000. Influencia de períodos de control de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) var. DOR-364. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 31 p.
- Reyes Hernández A.; PI, Cairo Cairo; J, Machado de Armas; O, Fundora Herrera; CR, Albuerne; AB, Manes Suárez; JR, Hernández; JE, Quesada Iznaga; G, Lino Fleites; L, Domínguez León. (2007). Efecto de los diferentes sistemas agroforestales sobre algunos indicadores de la fertilidad de un suelo ferralítico rojo amarillento lixiviado de Topes de Collantes. (en línea). Consultado 09 feb. 2011. Disponible en



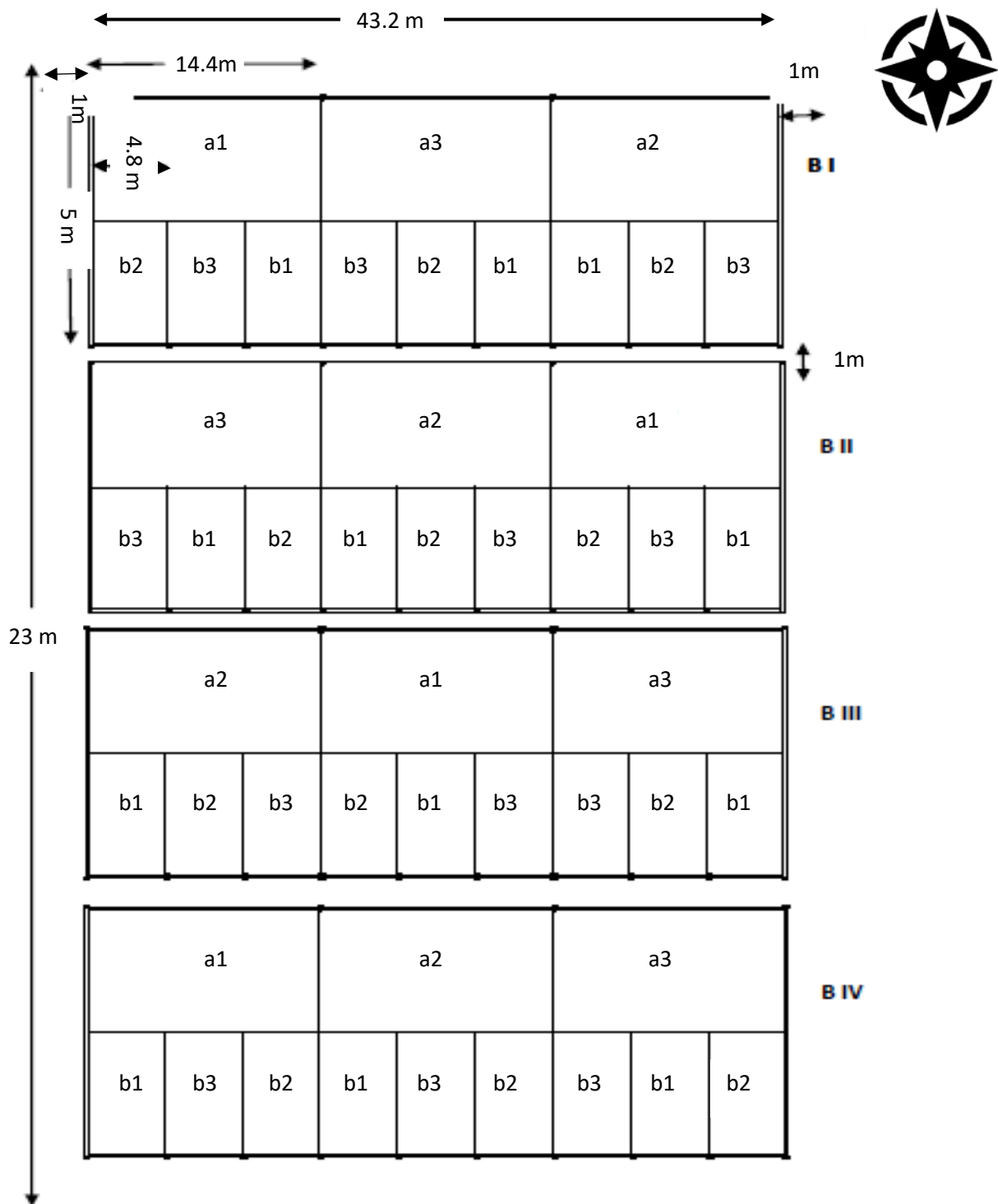
<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?hid=15&sid=ebd34578-0ef1-40db-a16c-6dccf5296e80%40sessionmgr11&vid=6>

- Rosas, J. 1998. El cultivo de frijol común en América Latina. Tegucigalpa, HN. 50 p.
- Ruiz Blessing, D.M.; y Morrison Hernández, G.T. 2008. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L) var. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca el plantel. 2007-2008. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 39 p.
- San Román Suárez, T. A. (2019). Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con cuatro fuentes de abonos orgánicos en el distrito Nuevo Imperial, Cañete. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria – La Molina, Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 107 p. Recuperado el 10 de septiembre de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4023/san-roman-suarez-teodoro-ascension.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sobalvarro Bravo, Y. F.; y Díaz Carballo, E. R. (2016). Eficiencia de la fertilización especial y tradicional en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) cultivar Nutrinta amarillo, centro de experimentación y validación de tecnología las Mercedes 2015. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 46 p. Recuperado el 2 de agosto de 2020, de <https://repositorio.una.edu.ni/3340/1/tnf04s677.pdf>
- Somarriba R., C. 1998. Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. P. 1-55, 101-150.
- Statistical Analysis System (SAS) ,1990. User' s guide. SAS Institute Inc. Cary, NC. 142p.
- Tapia, B. 1981. El cultivo de frijol de costa para Nicaragua. MIDINRA. Managua, NI. 9 p.
- Tercero Guerra, H. R.; y Torrez Artola, O. D. (2004). Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en época de primera y postrera en el año 2002 y 2003 en Chichigalpa, Chinandega. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 51 p. Recuperado el 7 de septiembre de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30t315e.pdf>
- Torres, J.; y Mendoza, J. 2002. Efecto de la fertilización mineral, orgánica y control de malezas sobre crecimiento y rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de ladera, establecido bajo dos sistemas de labranza. Ticuantepe, Postrera 2000. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 75 p.
- Urbina, R .1993. Guía tecnológica para producción de maíz. Editorial DGTA-MAG Managua.36p.
- Urbina A.; y Bonilla Bird, N. 2002. Promoción y distribución de cultivares de maíz. Resultados de parcelas demostrativas, primera-postrera 2001. Nicaragua. Proyecto de mejoramiento de semilla, USAID/DAI, PROMESA.43pp.

- Valle López, H.; y Velásquez, M. L. (2019). Evaluación de fertilizantes sintético y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) cultivar NB-6 bajo riego por microaspersión en la Finca El Plantel. Tesis. Ing. Agrícola para el Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 66 p. Recuperado el 5 de julio de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04v181f.pdf>
- Valverde, R.; y Matus, M. 2005. Manual de procedimientos analíticos. Managua, Nicaragua. 131p.
- Viera Arteaga, L. (2004). Caracterización y evaluación de seis híbridos y seis cultivares de polinización libre de maíz (*Zea mays* L.) en El Viejo, Chinandega. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 52 p. Recuperado el 8 de septiembre de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30v665.pdf>
- Vílchez Blandón, M.N.; Pozo Castro, H.Y.; y Martínez, Y.V. (2014). Evaluación del desarrollo fenológico y productivo de dos cultivares criollos (Checo Blanco y Copaleño Blanco) propias de pequeños productores, y una mejorada (NB6) de maíz (*Zea mays*) Somoto-Madriz, ciclo Primera 2014. Ing. Agroecología Tropical. Universidad Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología. León, NI. 65 P Recuperado el 7 de septiembre de 2020, de   
  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4166/1/227739.pdf>
- Walkley, A.J. y Black, I.A. (1934) Estimación del carbono orgánico del suelo por el método de valoración de ácido cromosómico. Ciencia del Suelo 37, 29-38.
- Zamora, D.; Chavarro Rodríguez, C.; Cáceres Zambrano, J.; y Buitrago Mora, S. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA Cerinza. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 11(1), 122-132. Recuperado el 4 de agosto de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v11n1/2011-2173-rcch-11-01-00122.pdf>
- Zamora, G. A.; y Benavides Sevilla, V. (2003). Evaluación del efecto de la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) cultivar NB-S en la Estación Experimental “La Compañía”, época de Primera 2002. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 70 p. Recuperado el 3 de Julio de 2020, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04a748.pdf>

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo



Anexo 2. Análisis químico del humus de lombriz

<b>pH</b>	<b>MO (%)</b>	<b>N (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>K (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>Mg (%)</b>
6.8	5.14	2.22	0.88	0.64	3.01	0.51

Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua UNA (2009)

Anexo 3. Resultado del análisis químico de suelo de Dulce Nombre de Jesús de Arriba y El Rincón del Diablo.

		<b>I muestreo</b>					<b>VARIABLES</b>				
		<b>pH</b>	<b>MO</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
<b>DNJ AM</b>		5.90	2.00	0.10	9.70	1.03	19.20	3.68	25.52	0.88	nd
<b>RIN SZ</b>		5.92	2.60	0.13	8.40	1.32	12.99	2.93	15.76	2.48	0.20

<b>Maíz</b>		<b>II muestreo</b>					<b>VARIABLES</b>				
<b>DNJ AM</b>	<b>Enmiendas</b>	<b>pH</b>	<b>MO</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
	<b>Mungo</b>	6.07	2.7	0.13	19	0.89	20.98	3.85	17.76	0.72	0.88
	<b>Mixto</b>	6.12	2.3	0.11	26.6	0.75	19.78	3.62	16.16	0.64	0.48
	<b>100% Sintético</b>	6.16	2.4	0.12	27	1.08	23.43	4.15	13.52	0.56	0.40
<b>RIN SZ</b>	<b>Mungo</b>	6.11	2.4	0.12	12.9	1.29	12.57	2.86	15.12	0.80	0.24
	<b>Mixto</b>	5.98	2.5	0.12	14.1	1.00	11.42	2.57	15.60	0.56	0.40
	<b>100% Sintético</b>	6.11	2.5	0.13	25.8	1.17	13.15	2.99	14.24	0.48	0.24

<b>Frijol</b>		<b>III muestreo</b>					<b>VARIABLES</b>				
<b>DNJ AM</b>	<b>Enmiendas</b>	<b>pH</b>	<b>MO</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
	<b>HL</b>	6.20	6.40	0.32	4.60	0.66	17.47	3.06	37.84	1.28	0.16
	<b>Mixto</b>	6.25	6.40	0.32	4.00	0.63	19.28	3.55	40.64	1.44	0.40
	<b>100% Sintético</b>	6.38	6.40	0.32	4.70	0.72	15.83	2.80	42.40	1.44	0.32
<b>RIN SZ</b>	<b>HL</b>	6.29	6.40	0.32	12.60	1.27	12.30	2.70	27.92	0.72	1.04
	<b>Mixto</b>	6.16	6.40	0.32	14.50	1.16	11.94	2.53	28.72	0.64	0.64
	<b>100% Sintético</b>	6.36	6.40	0.32	16.20	1.30	11.98	2.53	22.72	0.72	0.48

Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua UNA (2010)

Anexo 4. Análisis físico del suelo de Dulce Nombre de Jesús de Arriba y El Rincón del Diablo

Muestreo	Loc	Blo	Enmiendas	CIC	Da	CC	%H	% Arc	%Lim	%Are
1	1			33.23	1.25	36.69	36.36	37.00	30.00	33.00
1	2			52.16	1.10	33.89	29.96	37.00	34.00	29.00
2	1	1	Mungo	38.94	0.99	29.90	11.88	35.00	34.00	31.00
2	1	1	Sintético	43.22	1.09	29.28	10.88	37.00	34.00	29.00
2	1	1	Mixto	41.51	1.08	29.95	15.81	35.00	30.00	35.00
2	1	2	Mungo	45.02	1.08	29.95	10.43	35.00	36.00	29.00
2	1	2	Sintético	38.17	1.05	31.36	12.18	35.00	30.00	35.00
2	1	2	Mixto	42.35	1.12	29.45	18.23	35.00	34.00	31.00
2	1	3	Mungo	42.21	1.17	28.69	15.44	35.00	34.00	31.00
2	1	3	Sintético	38.45	1.17	28.22	9.82	35.00	32.00	33.00
2	1	3	Mixto	41.46	1.07	29.39	13.10	37.00	32.00	31.00
2	1	4	Mungo	41.89	0.97	29.29	8.72	33.00	32.00	35.00
2	1	4	Sintético	41.42	1.10	28.79	9.61	35.00	36.00	29.00
2	1	4	Mixto	44.13	1.06	29.34	14.12	35.00	34.00	31.00
2	2	1	Mungo	33.09	1.32	22.40	21.87	35.00	36.00	29.00
2	2	1	Sintético	35.05	1.43	18.26	19.37	27.00	28.00	45.00
2	2	1	Mixto	31.78	1.47	21.31	23.43	35.00	30.00	35.00
2	2	2	Mungo	35.57	1.38	20.40	4.17	41.00	30.00	29.00
2	2	2	Sintético	31.33	1.25	21.33	19.44	27.00	36.00	37.00
2	2	2	Mixto	33.65	1.50	19.48	18.65	37.00	38.00	25.00
2	2	3	Mungo	35.50	1.36	25.40	4.17	41.00	30.00	29.00
2	2	3	Sintético	27.54	1.39	26.83	19.09	27.00	36.00	37.00
2	2	3	Mixto	35.50	1.60	19.44	5.93	37.00	38.00	25.00
2	2	4	Mungo	28.74	1.41	27.87	15.46	37.00	40.00	23.00
2	2	4	Sintético	32.48	1.41	26.63	14.17	35.00	42.00	23.00
2	2	4	Mixto	31.61	1.40	27.89	23.77	35.00	40.00	25.00
3	1	1	Sintético	34.14	1.07	33.65	29.82	39.80	31.80	28.40
3	1	2	Sintético	29.16	1.29	31.63	33.65	41.80	25.80	32.40
3	1	3	Sintético	30.37	1.00	31.39	28.41	39.80	27.80	32.40
3	1	4	Sintético	28.95	1.28	37.63	32.20	35.80	35.80	28.40
3	2	1	Sintético	24.55	1.15	25.44	27.88	27.40	32.80	39.80
3	2	2	Sintético	21.32	1.09	27.17	31.31	33.40	40.80	25.80
3	2	3	Sintético	20.36	1.16	21.42	29.57	33.40	42.80	23.80
3	2	4	Sintético	25.08	1.26	35.21	33.02	33.40	42.80	23.80

Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua UNA (2009)