



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cv. ABS-4600 establecido en dos sistemas de siembra bajo diferentes tipos de fertilización. El Plantel, postrera 2019

Autores

Br. Adrián Odilón López Valdivia

Br. Carlos Mario Reyes Alvarado

Asesores

Ing. Agr. Miguel Jerónimo Ríos

Dr. Francisco Salmerón Miranda

Managua, Nicaragua
Enero 2021





“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cv. ABS-4600 establecido en dos sistemas de siembra bajo diferentes tipos de fertilización. El Plantel, postrera 2019

Autores

Br. Adrián Odilón López Valdivia

Br. Carlos Mario Reyes Alvarado

Asesores

Ing. Agr. Miguel Jerónimo Ríos

Dr. Francisco Salmerón Miranda

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado
de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Enero 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:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

El Br. Adrián Odilón López Valdivia y el Br. Carlos Mario Reyes Alvarado dedicamos primeramente este trabajo por sobre todas las cosas a Dios ya que es el quien nos ha dado la oportunidad de llegar hasta este punto importante en nuestras vidas, dándonos paciencia e inteligencia para poder superar momentos difícil que se presentaban en el transcurso de la investigación.

El Br. Adrián Odilón López Valdivia y el Br. Carlos Mario Reyes Alvarado dedicamos a nuestros padres y madres, que Dios por medio de sus personas estuvieron apoyándonos desde el inicio hasta el final de nuestra carrera, dándonos ánimos y motivos por los cuales terminar nuestros estudios, y aunque a veces había días difíciles ellos eran los únicos que siempre estaban presentes al final animándonos.

El Br. Adrián Odilón López Valdivia y el Br. Carlos Mario Reyes Alvarado dedicamos a nuestros asesor Ingeniero Miguel Ríos y Dr Francisco Salmerón por brindarnos su tiempo y conocimientos para poder llevar con éxito nuestro estudio de culminación de estudios para optar a nuestra carrera de ingeniería agronómica.

AGRADECIMIENTO

El Br. Adrián Odión López Valdivia y el Br. Carlos Mario Reyes Alvarado agradecemos a DIOS por darnos inteligencia, paciencia para poder entender el don de la ciencia, por permitirnos mantenernos con salud y llegar hasta la culminación de nuestra carrera con un propósito de ayudar a nuestro prójimo y llegar con éxito a pesar de todas las dificultades.

El Br. Adrián Odión López Valdivia y el Br. Carlos Mario Reyes Alvarado agradecemos a nuestros padres por brindarnos su apoyo incondicional, por estar presente en todos los momentos de nuestra carrera animándonos y apoyándonos para que pudiéramos terminar este paso importante de nuestra vida.

El Br. Adrián Odilón López Valdivia y el Br. Carlos Mario Reyes Alvarado agradecemos a nuestro asesor Ingeniero Miguel Ríos por brindarnos de su tiempo y conocimientos para poder llevar con éxito nuestro estudio de culminación de estudios para optar a nuestra carrera de ingeniería agronómica.

El Br. Adrian Odilon López Valdivia y el Br. Carlos Mario Reyes Alvarado agradecemos a la Universidad Nacional Agraria y en especial a los profesores del departamento de producción vegetal por haber compartido el pan de la enseñanza y múltiples orientaciones técnicas y científicas para el enriquecimiento de nuestro conocimiento profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Generalidades de la planta de sorgo	4
3.2 Clasificación taxonómica del sorgo	5
3.3 Descripción de la variedad ABS	5
3.4 Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo del sorgo	6
3.5 Importancia del análisis de suelo	7
3.6 Importancia de la biomasa	7
3.7 Biogreen	7
3.8 Contenidos de elementos nutritivos de biogreen (kg t ⁻¹)	8
3.9 Clasificación taxonómica del frijol mungo	9
3.10 Generalidades del frijol mungo	9
IV. MATERIALES Y METODOS	11
4.1. Ubicación del área del estudio	11
4.2. Diseño y área experimental	12
4.3. Descripción del diseño experimental	13
4.4. Descripción de los tratamientos	14

4.5. manejo agronómico del experimento	14
4.6. variables a evaluar en el sorgo	15
4.6.1. Altura de planta	15
4.6.2. Diámetro de planta	15
4.6.3. Número de hojas por planta	15
4.6.4. Densidad poblacional	16
4.6.5. Granos por panoja	16
4.6.6. Producción de biomasa	16
4.6.6.1 Biomasa fresca	16
4.6.6.2 Biomasa seca	16
4.6.6.3 porcentaje de Biomasa	16
4.6.7. Rendimiento	17
4.7. Extracción de macro y micro nutrientes en el cultivo del sorgo	17
4.8. Análisis de los datos	17
4.9 Materiales y equipos	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1. Altura de Planta	19
5.2. Diámetro del Tallo	20
5.3. Número de Hojas por planta	22
5.4. Densidad Poblacional	23
5.5. Número de granos por panoja y peso de 1000 granos	25
5.6. Rendimiento	27
5.7. Producción de Biomasa	29
5.7.1 Biomasa fresca	29
5.7.2 Biomasa seca	30
5.7.3 porcentaje de materia seca (%)	31
5.8. Extracción de macro y micro nutrientes en sorgo	32
5.8.1 Nitrógeno	28
5.8.2 Fósforo	33
5.8.3 Potasio	35
5.8.4 Calcio	36

5.8.5 Magnesio	38
5.8.6 Manganeso	39
5.8.7 Hierro	41
5.8.8 Zinc	42
VI. CONCLUSIONES	44
VII. LITERATURA CITADA	45
VIII. ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Clasificación taxonómica del sorgo	5
2. Contenido de elementos del Biogreen	9
3. Clasificación taxonómica del frijol mungo	10
4. Descripción de los tratamientos en estudio, El Plantel, postrera 2 019	14
5. Altura de planta en (cm) para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera 2 019	20
6. Diámetro del tallo (cm) para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera 2019	22
7. Número de hoja para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera 2019	23
8. Densidad poblacional para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera 2019	24
9. Número de granos por panoja para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera 2019	25
10. Peso de 1000 granos postrera, 2019	26
11. Rendimiento del grano influenciado por la densidad de siembra (plantas/ha)	

	y el peso de 1000 granos (g)	27
12	Biomasa fresca (kg ha^{-1})	29
13	Biomasa seca (kg ha^{-1})	30
14	Porcentaje de materia seca	31
15	Extracción de nitrógeno	32
16	Extracción de fósforo	33
17	Extracción de potasio	34
18	Extracción de calcio	36
19	Extracción de magnesio	37
20	Extracción de manganeso	38
21	Extracción de hierro	39
22	Extracción de zinc	40
23.	Altura de planta, en frijol mungo	23
24.	Efecto de los tratamientos sobre las variables en estudio, en frijol mungo	24

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación geográfica de la finca El Plantel, Masaya	11

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Hojas de cálculo para el cultivo del sorgo en diferentes sistemas	43
2.	Hoja de cálculo para el cultivo del sorgo (densidad poblacional)	43
3.	Hoja de cálculo para el cultivo del mungo	43
4.	Análisis de suelo obtenido en el laboratorio de suelos y agua	44
5.	Rango de contenido de macronutrientes en el suelo	45
6.	Efecto de los niveles de fertilización en altura de mungo	46
7.	Número de vainas por planta, granos por vaina, plantas por metros cuadrado rendimiento	46
8.	Plano de campo	48

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en la unidad experimental “EL PLANTEL” propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA) se encuentra entre los 12° 06' 24'' – 12° 06' 30'' Latitud Norte y entre los 86° 04' 46'' – 86° 05' 27'' Longitud Oeste, con el propósito de evaluar el cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cv. ABS-4600 sembrado como cultivo puro y en asocio con frijol Mungo [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] bajo fertilización química, orgánica y combinada. Se estableció un experimento bifactorial con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) de cuatro repeticiones y cuatro tratamientos, en los cuales los tratamientos se distribuyeron de la siguiente forma para los dos diferentes factores (tipos de siembra) sorgo como cultivo puro, sorgo con frijol mungo en un sistema de asocio y (tipo de fertilización), el T₁ (cp) Biogreen, T₂ (A) Biogreen, T₃ (cp) químico, T₄ (A) químico, T₅ (cp) biogreen + químico, T₆ (A) Biogreen + químico, T₇ (cp) cero aplicaciones, T₈ (A) cero aplicaciones. Las variables en ambos factores fueron sometidas a un análisis de varianza, por medio de la prueba de Tukey. Se utilizó el programa estadístico INFOSTAT. La fertilización se realizó en base al establecimiento de los tratamientos aplicando químico (12-30-10) a razón de 130 kg ha⁻¹ y 65 kg ha⁻¹ de urea, biogreen a razón de 6 363.62 kg ha⁻¹, en la combinación de biogreen + químico la relación fue de y 75 kg ha⁻¹ y 3 181.82 kg ha⁻¹ respectivamente y hay cero aplicaciones para el testigo absoluto. Las variables que no dieron significancia estadística fueron altura de la planta, número de hojas, densidad poblacional, número de granos por panoja, peso de 1 000 granos, rendimiento del grano, biomasa seca y el porcentaje de materia seca. Para las concentraciones de nutrientes solo en elemento calcio no se encontró diferencia significativa, en comparación a los otros elementos que presentan diferencia, como en las extracciones de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, manganeso, hierro, zinc, en las cuales la mayor extracción que hubo fue en la de potasio con 36.27 kg ha⁻¹

1

Palabras claves: Sorgo, frijol mungo, asocio, cultivo puro, Fertilización

ABSTRACT

The study was implemented on the experimental unit The “PLANTEL” campus property of the national agrarian university (UNA) that is approximately located between the 12° 06' 24' -12°06'30" north latitude between the 86°04'46" - 86°05'21" west latitude, with the purpose on evaluate the sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] ev ABS-4600 grown as a pure cultivate and associate with been mungo [*Vigna radiate*(L.) R.Wilezek.] chemistry fertilization organic and combined . it was established in a bifactorial experiment with a design of complete blocks. (BCA) of four repetitions and four treatments, where the treatments were assigned on the following way to the two different factors (type of sowing) sorghum as a pure planting, sorghum with mungo been in a system of associate and (type of fertilization) T1 the (cp) bio-green T2 (A) Bio-green, T3 (cp) Chemistry, T4 (A) Chemistry, T5 (cp) Bio-green plus chemistry, T6 (A) bio-green plus chemistry, T7 (cp) zero application T8 (A)zero application. the fertilization was made in based to the establishment applying chemistry (12-39-10) a reason of 130kg and 65kg/ ha of urea, Bio-green a reason of 7 t ha, in the combination of bio-green plus chemical. the relation was of 3.5 t ha and 75 kg ha respectively and there were zero application to the absolute witness, the variables that were given with that significance they were the height of plants, the diameter, nuber of sheets, population density, numbers of grames and weight of 1000 granes respecting to grains performance the variables of production of fresh biomass and the percentage of dry material equas was not found a statistical difference between them, however in nutrients concentrations just calcium elemet was not found a significative difference according to the others elements that dis exist difference like nitrogen extractions, phosphorus, potassium, magnesium, manganese, iron and zinc which highest extractions was the element potassium with 36.27 kg/ha, this is because the soils of the plantel are rich in potassium, so is antagonist for others elements that we presented. These variables in both factors were subjected to a variation analysis (ANDEVA), through Tukey test, established in a level of significance of 95%, SAS (Statistical Analysis System) was used in the experiment.

Key words; Sorghum, mung bean, Crop associatum, monoculture, fertilization.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor (L.) Moench*] es el tercer cereal de mayor importancia después del maíz (*Zea mays L.*) y el arroz (*Oryza sativa L.*) tanto en área como en volumen de producción. De acuerdo a datos oficiales en el periodo del 2019 hubo un volumen de producción del producto derivado de harina de 571 498.4 kg, lo que genero 285 749.2 dólares de ingreso a la economía nacional (Cetrex, 2019).

El sorgo se cultiva en diferentes regiones de Nicaragua, en el pacífico norte y pacífico sur en los departamentos León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas. La mayoría de estas áreas se siembran con alta tecnología utilizando híbridos y variedades mejoradas (Zamora *et al*, 2006).

Las zonas mencionadas tienen mayor área de siembra y por ende la mayor producción de grano con 38% del área sembrada y 40% de la producción del grano a nivel nacional (INTA, 2003).

En la Región I de Nicaragua, se siembran aproximadamente 3 176.45 ha de sorgo en monocultivo con endospermo blanco, aproximadamente el 59% se siembra con sorgo sensible al fotoperíodo (Sorgo-millón), de porte alto y 10 939.8 ha bajo el sistema de asocio maíz- frijol- sorgo o millón (INEC, 2011).

En Nicaragua, el sorgo ocupó en el ciclo agrícola 2004-2005 el 6.1% del área cultivada de granos básicos, aumentando solo en un 0.58 % en el siguiente ciclo agrícola 2005-2006.

Debido a su uso en la producción de alimentos balanceados para animales como aves (industria avícola), cerdos y ganado bovino, adquiere gran importancia para los productores (Ramírez y Cuadra, 2007).

Según el MAGFOR (2005), la demanda de sorgo por la industria avícola para el 2005 se calculaba en 140 909 090.90 kg, por lo que la producción estimada para ese año fue en 50 000 000 kg no cubrió la demanda interna, teniéndose que recurrir a la importación de unos 77 272 727.27 kilogramos de maíz amarillo.

La ventaja de usar fertilizantes químicos es que se produce frutas y vegetales más grandes. Los fertilizantes sintéticos aportan nutrientes muy necesarios, tales como nitrógeno o potasio, directamente en la tierra para ayudar a las plantas a crecer. No obstante, los problemas con los desequilibrios de la tierra podrían requerir la aplicación de distintos nutrientes, llevando el costo al rango de algunas de las opciones no químicas.

Sin embargo, el uso repetido del químico puede causar un desequilibrio en el pH del suelo, esto puede ser mitigado a través de la aplicación de nutrientes adicionales, que aumentan el costo, o la rotación de cultivos de lixiviación y restauración de nitrógeno por cada temporada de crecimiento. El maíz y los granos de soya son un ejemplo de dos cultivos complementarios, que pueden ser rotados para preservar el suelo. Por ejemplo, el amoníaco en bajas concentraciones suele ser inofensivo para los seres humanos, pero las altas concentraciones de un fertilizante gaseoso de amoníaco anhidro pueden fluir por grandes distancias y ser fatales. Estos fertilizantes suelen estar regulados por entidades estatales y federales en su uso y almacenamiento, requiriendo equipamiento y capacitación especializadas (SACSA, 2015).

Inicialmente la industria avícola en Nicaragua desechaba el sub producto gallinaza y pollinaza para el uso de enmiendas de suelo y con el tiempo se logró industrializar y etiquetar como biogreen considerándose un abono orgánico de fácil aplicación. El biogreen a nivel industrializado se ha podido mejorar el contenido de macroelementos y la adición de microelementos importantes en una buena fertilización orgánica para los requerimientos nutricionales de las plantas.

La importancia de realizar una fertilización con biogreen, no debe estar dirigido necesariamente a incrementar los nutrientes del suelo, sino que debe de modificar estructuralmente el aspecto físico del mismo y mejorar su estructura y el contenido de nutrientes del suelo.

El problema en la actualidad radica en que los productores dirigen más su atención a los fertilizantes químicos para el abonado de suelos debido al poco conocimiento acerca de los fertilizantes orgánicos por ende el estudio pretende hacer una comparación con el fertilizante orgánico biogreen.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica, química y combinada sobre el cultivo del sorgo [*Sorghum bicolor (L.) Moench*] cv. ABS-4600 sembrado como cultivo puro y en asocio con frijol mungo [*Vigna radiata (L.) R. Wilczek*].

2.2 Objetivo específico

1. Comparar el efecto del asocio y el cultivo puro en los componentes de crecimiento y rendimiento en el cultivo de sorgo.
2. Determinar el tipo de fertilización que presenta la mayor producción de biomasa y rendimiento en el cultivo de sorgo
3. Cuantificar la concentración y extracción de nutrientes por el cultivo de sorgo.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Generalidades de la planta de sorgo

El sorgo es una planta de ciclo anual, perteneciente a la familia de las poaceas. El sorgo tiene un hábito y una fisiología vegetal (metabolismo de las "C-4") similar al del maíz (*Zea mays L*), aunque con un sistema radicular más extenso y ramificado, de características fibrosas y hasta 12 cm de profundidad. El tallo es cilíndrico, de 1 a 3 m de altura, con una inflorescencia terminal en forma de espiga compuesta por flores bisexuales. El grano es un cariósipide de alrededor de 4 mm de diámetro (Zamora *et al*, 2006).

La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas con lluvia errática (Purseglove, 1992 citado por Compton, 1995).

De acuerdo a estudios realizados, el grano de sorgo presenta mayores extracciones del elemento nitrógeno (52%), en comparación a la extracción del resto de la planta.

3.2. Clasificación taxonómica del sorgo

El sorgo pertenece a la familia de las poaceas, las especies son el *sorghum vulgare* y el *Andropogun sorghum sudanensis*, es una planta sexual, monoica, hermafrodita, de polinización cruzada.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del sorgo, *sorghum bicolor (L) Moench*

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	monocotyledoneae
Subclase	Lilidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Género	Sorghum
Especie	Bicolor

3.3. Descripción de la Variedad ABS 4 600

Es una variedad híbrida de ciclo tardío, de grano color rojo intenso, con una panoja semi-compacta, se adapta a todo tipo de suelos, con un buen peso específico, ideal para productores agropecuarios que deseen hacer del sorgo de grano una siembra de doble propósito.

Esta variedad tiene como características agronómicas un excelente vigor de emergencia, acompañado de una buena calidad de tallo; el tamaño de las plantas es entre los 1.60 y 1.80 m, esta variedad no produce ahijamiento; el grano del sorgo ABS 4-600 además de poseer buena emergencia, brinda una buena uniformidad en las poblaciones, con una excelente excersion, responde bien al proceso de secado del grano, esta variedad presenta también resistencia a pulgones, esto es de gran importancia, tomando en cuenta que en los años recientes el pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari L.*), una plaga que había estado

en cuarentena, afectó severamente los cultivos de sorgo en el país, por lo que es una buena alternativa para los productores.

Los requerimientos nutricionales de la planta de sorgo son los siguientes: kg t⁻¹ N: 90, P: 12, K: 63, Mg: 15 y S: 12. El sorgo requiere 332 kg de agua por kg de materia seca acumulada, este requerimiento hídrico relativamente bajo, es debido a que la planta presenta un extenso sistema radicular, un control eficiente de la evapotranspiración y estomas con capacidad de recuperación rápida después de períodos de escasez de agua. En excepción las diferencias rigurosas de agua durante el período de floración motivan el fracaso de la polinización o el secado de la espiga (Castro, 1986 citado por López y Vega, 2004).

3.4. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo del sorgo

Los abonos orgánicos entre ellos el biogreen, van liberando paulatinamente los nutrientes que contiene. El abono orgánico no va dirigido a liberar grandes cantidades de nutrientes para el cultivo de una sola vez, sino que su propósito es incrementar la materia orgánica para alimentar a los microorganismos para convertir a los elementos nutritivos a una forma asimilable para la planta (Blandón, 2008).

La superioridad de los abonos orgánicos es apreciable a partir de un tercer a cuarto año de producción, en este tiempo la producción se estabiliza y sus resultados pueden ser casi o igual de buenos como el fertilizante mineral (Altieri, 1995).

La liberación de nutrientes por parte de los abonos orgánicos es de la siguiente manera: 30% primer año de aplicación, 15% en el segundo año y en cada año posterior la cantidad disponible es por mitades (Widdowsen, 1993).

3.5. Importancia del análisis de suelo

El análisis químico del suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilizantes. Es una fuente de información vital para el manejo de suelos y permite:

- Clasificar los suelos en grupos afines
- Predecir las probabilidades de obtener respuesta positiva a la aplicación de elementos nutritivos
- Ayudar en la evaluación de la fertilidad del suelo
- El programa de fertilización se hace en base a lo que la planta requiere, disminuyendo así la pérdida de fertilizantes (AGQLabs, 2017).

3.6. Importancia de la biomasa

Es el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía que puede obtenerse de ella, bien sea a través de su quema directa o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible.

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros). Esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano (Estevan, 2008).

3.7. Biogreen

Es una mezcla de los excrementos de las gallinas con los materiales que se usan para cama en los gallineros, distinguiéndose con diferentes calidades el abono de las ponedoras y de engorde, siendo ambos muy estimados por su elevado contenido en elementos fertilizantes (Avelares et al, 2003).

La gallinaza fresca es muy abrasiva a causa de su elevada concentración en nitrógeno y para mejorar el producto conviene que se composte (al igual que la palomina). Con más razón se compostará si procede de granjas intensivas; mezclándose con otros materiales orgánicos que equilibren la mezcla, enriqueciendo si fuera necesario con fósforo y potasio naturales (Avelares et al, 2003).

Es aconsejable rechazar el estiércol que procede de la cría industrial de pollos y gallinas debido a que frecuentemente contiene residuos antibióticos (Avelares et al, 2003).

3.8. Contenido de elementos nutritivos en kg t⁻¹

Basado en la descripción de la etiqueta del fertilizante Biogreen comercializado por la empresa El Granjero determina los contenidos de nutrientes en materia seca al 28%.

Cuadro 2. Contenido de elementos del Biogreen

Elementos aportados por biogreen	Porcentaje de elementos aportados
N	1.20 - 2.86 %
P	1.81 - 3.11 %
K	1.34 - 2.22 %
Ca	7.10 - 7.68 %
Mg	0.65 - 0.70 %
Fe	0.79 - 0.84 %
S	0.22 - 0.28 %
Cu	93.20 - 94.50 ppm
Mn	650.30 - 661.60 ppm
Zn	349.20 - 354.40 ppm
B	10.20 - 11.40 ppm
Materia Orgánica	21.75 - 32.81 %
Cenizas	78.25 - 67.19 %
Humedad	9.94 - 16.03 %
Ph	7 - 8.5
Ácidos fúlvicos	0.9 %
Ácidos húmicos	0.9 %
Conductividad eléctrica	32,100.00 uS/cm
Capacidad de Intercambio Catiónico	88.33 meq/100gr

3.9. Clasificación taxonómica del frijol mungo

Vigna radiata es conocida por diferentes nombres en español como poroto chino, soja verde, judía mungo, poroto mungo. Es una de las variedades más nutritivas de las leguminosas que se caracteriza por una fácil digestión y efectiva en fijación de nitrógeno aprovechable para otros cultivos del asocio.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica del frijol mungo (*vigna radiata* (L) R Wilczek)

Clasificación Científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotyledoneae
Sub clase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Sub familia	Faboideae
Tribu	Phaseoleae
Sub tribu	Phaseolinae
Género	Vigna
Especie	V. radiata

3.10 Generalidades del frijol mungo

También conocido como fríjol verde, fríjol chino. Es una planta erecta que posee flores amarillas y vainas de tamaño cilíndricas de pequeño tamaño, las semillas son algo pequeñas y los granos caen fácilmente de las vainas secas; esta es una de las leguminosas de mayor contenido proteínico de su familia y con mejor rendimiento que el resto de los frijoles.

Se caracteriza por tener buena tolerancia a la sequía, moderada inundación, buena a la sombra, contribución a la fertilidad del suelo de alto a moderado (López y Vega, 2004).

El ciclo vegetativo es de 50-90 días, su descomposición al incorporarla al suelo dura aproximadamente siete semanas presentando valores bajos de nitrógeno en la materia seca (López y Vega, 2004).

Se cultiva en climas de entre 20 °C a 30 °C y para su establecimiento de 20 °C a 40 °C. El suelo empleado en el cultivo no debe tener problemas de salinidad.

Según datos brindados por el programa nacional de fertilidad de suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, cuando el frijol mungo se cultiva exclusivamente como abono verde se obtiene por manzanas 14 318.18 kg de materia orgánica, 59.09 kg de nitrógeno.

El mungo ha sido utilizado en sistemas de cultivo intercalado maíz- mungo rotación de cultivos, asocio con pitahaya, etc. y no tiene restricciones en su uso, ha sido utilizado para consumo humano, cocido y licuado con crema y en forma de vainas tiernas.

Se puede suministrar al ganado como forraje verde o seco y los granos para alimentar cerdos, gallinas y otras aves de corral. No tiene restricciones en su consumo es un buen abono verde (López y Vega, 2004).

El frijol mungo fija a menudo entre 200 y 300 kg ha⁻¹ de nitrógeno y a veces más, sin embargo esto ocurre cuando el cultivo está floreciendo y el suelo naturalmente esta pobre en nitrógeno (La Prensa, 2 001).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del área del estudio

La finca El Plantel está ubicada en el kilómetro 30 Carretera Masaya – Tipitapa, en la comarca Zambrano, Departamento de Masaya. Se encuentra aproximadamente entre los $12^{\circ} 06' 24'' - 12^{\circ} 06' 30''$ Latitud Norte y entre los $86^{\circ} 04' 46'' - 86^{\circ} 05' 27''$ Longitud Oeste.

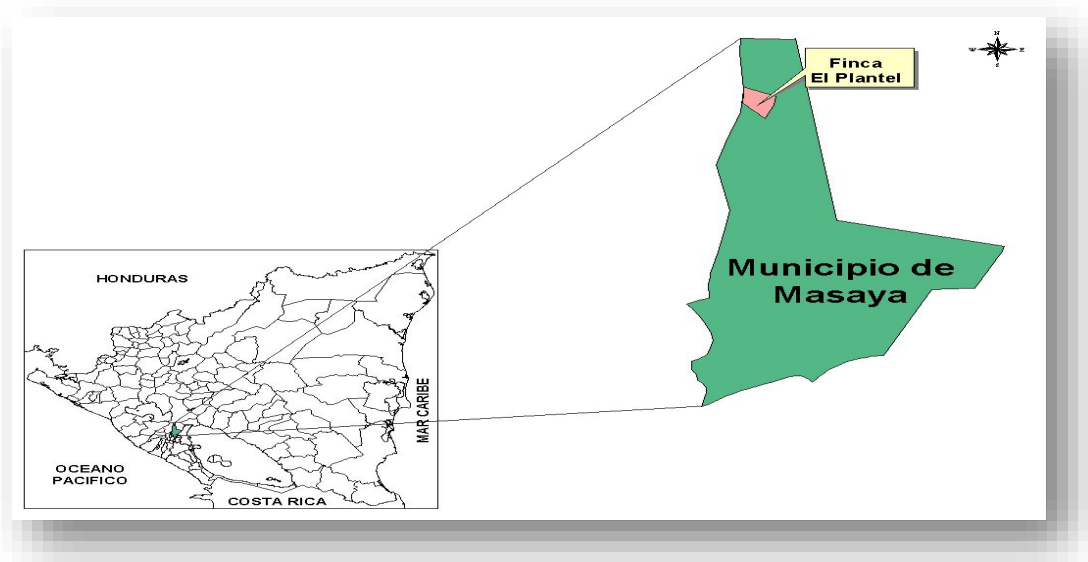


Figura 1. Ubicación geográfica de la finca El Plantel, Masaya

Los rangos de altitud expresados en msnm, van de 96 en la parte norte y 120 en la parte sur de la finca. El área total de la finca, es de 189 ha, de los cuales el subsistema pecuario representa aproximadamente 56 ha. La zona se caracteriza por tener temperaturas cálidas durante todo el año y una estación seca y lluviosa bien definida.

La temperatura media anual es 26.6°C y se muestra bastante uniforme durante todo el año. La época más calurosa del año es en abril y mayo con temperaturas de 33.3°C y las más frescas del año es en enero y febrero con 20.2°C .

Los vientos predominantes son alisios y alcanzan velocidades generalmente bajas, pero hay una variabilidad diaria y anual. Los vientos más fuertes se presentan en la estación seca, siendo abril el mes que presenta velocidades más altas con un promedio de 13.2 km/h y los más bajos en octubre con 5.6 km/h.

La precipitación promedio anual va de 800 a 900 mm bien distribuido durante todo el año, la estación lluviosa comienza en mayo y termina en noviembre, durante los siete meses lluviosos ocurre del 85% al 97% de la precipitación anual y un periodo relativamente seco entre Julio y Agosto (Canícula). La vegetación natural era de bosque moderadamente denso, pero en la actualidad casi todos los bosques han sido talados y estos suelos están siendo usados para la producción agropecuaria.

Actualmente en la finca “El Plantel” se cultiva maíz, sorgo, cucurbitáceas, musáceas y frutales (aguacate, cítricos, papaya, piña, pitahaya, mango, guayaba, jocote), y pastos (zacate estrella, maralfalfa, mombaza, marandú).

4.2. Diseño y área experimental

La parcela experimental estuvo conformada por dimensiones de 12 m de ancho y 7 m de largo para un total de 84 m², con 4 bloques, el área entre bloque fue de 2.5 m, el área entre tratamiento fue de 1 m y la parcela útil tuvo las dimensiones de 5 m de ancho por 4 m de largo para un total de 20 m² con 4 surcos. El área total del experimento fue de 2 698 00 m².

El experimento fue establecido el 7 de agosto del año 2019; los muestreos se realizaron en el mes de octubre, esto cuando ya estaba formada la panoja del sorgo para la toma de datos correspondientes con sus respectivas hojas de levantamiento de datos (Anexo #1). La cosecha se realizó en la semana del 16 al 20 de diciembre.

Se estableció un experimento bifactorial con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA).

4.3. Descripción del Modelo Aditivo Lineal (M.A.L.)

$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$ Donde:

$i = 1, 2, \dots, a \Rightarrow$ niveles del factor A (Tipo de siembra)

$j = 1, 2, 3, 4, \dots, b \Rightarrow$ niveles del factor B (Tipo de fertilización)

$k = 1, 2, 3, 4, \dots, r \Rightarrow$ repeticiones o bloques

Y_{ijk} = Es el dato del rendimiento en kg/ha para cada una de los efectos para el híbrido de sorgo ABS-4600. Es decir, representa la k-ésima observación del rendimiento registrado en el i-j-ésimo tratamiento evaluado

μ = Es la verdadera media poblacional del rendimiento en kg/ha en los diferentes tratamientos propuestos para el híbrido de sorgo ABS-4600

α_i = Es el efecto o influencia del i-ésimo nivel del factor A, a estimar a partir del rendimiento en kg/ha en los diferentes tratamientos propuestos para el híbrido de sorgo ABS-4600

β_j = Es el efecto o influencia del j-ésimo nivel del factor B, a estimar a partir del rendimiento en kg/ha en los diferentes tratamientos propuestos para el híbrido de sorgo ABS-4600.

4.4. Descripción de los tratamientos

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio, El Plantel, postrera 2019

Tratamiento	Sistema de siembra (Facto A)	Tipo de fertilización (Factor B)	Dosis (kg ha ⁻¹)
T ₁	Sorgo (CP)	Biogreen	6 363.64
T ₂	Sorgo + mungo (A)	Biogreen	6 363.64
T ₃	Sorgo (CP)	Químico	130 (12-30-10)+ 65 (Urea 46%)
T ₄	Sorgo + mungo (A)	Químico	130 (12-30-10)+65 (Urea 46%)
T ₅	Sorgo (CP)	Químico + Biogreen	65 (12-30-10)+ 3 181.82 (Biogreen)
T ₆	Sorgo + mungo (A)	Químico + Biogreen	65 (12-30-10)+ 3 181.82 (Biogreen)
T ₇	Sorgo (CP)	Cero aplicación	cero aplicaciones
T ₈	Sorgo + mungo (A)	Cero aplicación	cero aplicaciones

Trat: Tratamiento CP: Cultivo puro; A: Asocio

4.5. Manejo agronómico del experimento

La preparación del terreno se inició en el mes de julio del año 2019, se realizaron pruebas de análisis de suelo antes del establecimiento del ensayo con el objetivo de conocer el grado de fertilidad que estos suelos tienen.

Preparación del suelo: Se realizó de forma mecánica, consistió en chapoda, arado y dos pases de grada.

Siembra: La siembra se realizó el siete de agosto de forma manual distribución a chorrillo al fondo del surco a razón de 16 kg ha⁻¹.

Fertilización: Se realizó en base al establecimiento de los tratamientos aplicando químico (12-30-10) a razón de 130 kg ha⁻¹ al momento de la siembra y 65 kg ha⁻¹ de urea un mes después de la siembra; se aplicó biogreen a razón de 6 363.64 kg ha⁻¹ al momento de la siembra; en la combinación de biogreen + químico la relación fue de 3 181.82 kg ha⁻¹ de biogreen y 65 kg ha⁻¹ de completo 12 30 10, esto al momento de la siembra (no se aplicó urea al 46%), y cero aplicaciones para el testigo absoluto.

Manejo de malezas: Se le realizó cuando el cultivo lo demandó, con la finalidad de eliminar la competencia por nutrientes en el suelo.

No se realizó manejo de plagas insectiles o enfermedades.

Pajareo: Se realizó una vez que comenzó a madurar el grano (entre 90 y 100 días), tres horas por la mañana y dos horas por la tarde.

Cosecha: Se realizó a los 120 días de manera manual cada tratamiento con sus respectivos bloques.

4.6. Variables evaluadas

En el cultivo de sorgo

4.6.1 **Altura de planta (cm):** Estas se midieron desde la base de la planta hasta la inserción de la panoja, se muestrearon 10 plantas.

4.6.2 **Diámetro de planta (mm):** Estas se midieron con el vernier a partir del segundo nudo de las plantas, se muestrearon 10 plantas.

4.6.3 **Número de hojas:** Se contaron las hojas activas, en este caso las que presentaron pigmentación verde hasta un 90%, se muestrearon 10 plantas.

- 4.6.4. **Densidad poblacional (pts ha⁻¹):** Se contó el número de plantas por metro cuadrado para luego hacer un estimado de las plantas que se encontraban en las parcelas.
- 4.6.5. **Granos por panoja:** se contabilizó los granos que tenían las panojas escogiendo plantas al azar en las parcelas, se muestrearon 10 plantas.
- 4.6.6. **Producción de biomasa (kg ha⁻¹):** Estas se estimaron obteniendo el peso fresco y peso seco de las muestras (tallo y hoja) al momento de la cosecha introduciéndolas en un horno de secado de plantas.
- 4.6.6.1. **Producción de biomasa fresca (kg ha⁻¹):** Esta se calculó al momento de la cosecha. se tomó un metro lineal al azar, escogiendo tres muestras (tallo y hoja) en cada una de las parcelas así conocer su peso húmedo. Con el propósito de realizar un cálculo más preciso se procedió a realizar lo siguiente: se tomaron las observaciones (pesaje de cada una de las muestras) durante el momento de la cosecha, el corte realizado para dicho proceso fue del corte arras de suelo de cada una de las plantas para determinar el peso total de la parcela y de cada uno de los tratamientos.
- 4.6.6.2 **Producción de biomasa seca (kg ha⁻¹):** Se trasladaron las muestras al laboratorio de suelo y agua, donde se realizó el secado, introduciendo las muestras al horno a una temperatura de 75°C por 24 horas, para luego tener su peso seco.
- 4.6.6.3: **Porcentaje de materia seca (%):** Se procedió a moler las muestras (tallo, hoja), para realizarle el análisis químico a las plantas así conocer la cantidad de nutrientes contenidos en ellas

Las fórmulas para determinar el porcentaje de materia seca y biomasa total fueron las siguientes:

$$\% \text{ MS} = \text{PS} / \text{PF} * 100$$

Donde:

PS = Peso Seco

PF = Peso Fresco

4.6.7. **Rendimiento (kg ha)⁻¹**: Este se obtuvo cuando el grano se separó de la panoja y se logró mediante el pesaje de cada una de las parcelas.

4.7 **Extracción de macro y micro nutrientes**: A partir de las concentraciones de biomasa se sacaron las extracciones a través de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso seco (kg ha)}^{-1} * \text{concentración (\%)}}{100}$$

100

$$\frac{\text{Peso seco (k /ha)}^{-1} * \text{concentración (\%)}}{1\ 000\ 000}$$

1 000 000

En donde el peso seco es el valor tomado del campo a cada una de las parcelas. Las concentraciones provienen de los resultados de los análisis de los tejidos vegetativos de tallo y hoja enviada al laboratorio. Cabe señalar, que las concentraciones tienen en porcentaje para los macros nutrientes, es por esta razón que se dividen entre cien y un millón.

4.8 Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados por el programa Estadístico INFOSTAT (version 2017) y se dio la muestra de confiabilidad por TUKEY, mediante un análisis de varianza (ANDEVA).

4.9. Materiales y equipos

- Cintas métricas: Para medir altura de planta de sorgo y mungo, longitud de panoja y altura de vaina y delimitar las dimensiones de la parcela útil.
- Vernier (Pie de rey): Se utilizó en la medición de diámetro de tallo y de panoja.
- Balanza digital (pequeña): Para el pesaje de granos y de parcelas.
- Horno: Para el secado de las muestras en la planta de sorgo para determinación de producción de biomasa.
- Balanza digital (grande): Para pesar peso fresco y peso seco de las parcelas de sorgo en la cosecha.
- Sacos: Se utilizaron con la finalidad de recolección de las panojas y recolección de las plantas para su almacenamiento y secado.
- Camioneta: Para el transporte de las muestras hacia el laboratorio de donde estaba el horno de secado y para el transporte del grano al momento de la cosecha.
- Papel Kraft y Bolsas plásticas. Se utilizó para la recolección de las muestras de suelo y posteriormente llevarlo al laboratorio de suelos y Agua así mismo también para el análisis de hojas de plantas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de Planta en (cm)

La altura tiene mucha importancia considerándose el caso de una cosecha mecanizada ya que para dicha actividad la planta debe tener entre 1.30 a 1.60 m acorde a la altura de corte (Rojas, citado por López y Cuadra, 2010).

La altura de la planta es un parámetro importante ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento y está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que se translocan seguidamente a las raíces (Pereira, 1999).

El ANDEVA demostró que no existieron diferencias significativas entre los factores A (Sistema de siembra) y B (Tipo de fertilización), donden el valor de $p \geq 0.05$ por lo que pueden agruparse en una misma categoría estadística.

Según la prueba de Tukey para la variable altura de planta demostró que los mejores resultados para el factor sistema de siembra la presentó el sorgo como cultivo puro con 92.06 cm y el sorgo en asocio con 91.81 cm.

Para el factor tipo de fertilización se obtuvo el testigo con mayor altura con 96.50 cm, y el que presentó la menor altura fue el biogreen+químico con 89.88 cm.

Al comparar los resultados con otros estudios la altura determinada es más baja en comparación a los resultados que refleja Ortiz y Gutierrez (2 001) el cuál la mejor altura que obtuvieron fue de 211 cm. esto dado que en este estudio se determinó la altura desde la base de la planta hasta la inserción de la panoja.

Cuadro 5. Altura de planta (cm) hasta la inserción de la panoja para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera, 2019

Tratamientos	Altura de planta a la inserción de panoja (cm)
Sistema de siembra	
Sorgo	92.06 a
Sorgo+mungo	91.81 a
pr \geq 0.05...	0.94
Tipo de fertilización	
Biogreen	90.13 a
Químico	91.25 a
Biogreen + Químico	89.88 a
Testigo	96.50 a
pr \geq 0.05	0.42
Interacción tipo de siembra*fertilización	
pr \geq 0.05	0.55
C.V.%	9.61

Letras iguales no difieren significativamente

5.2. Diámetro del Tallo (mm)

El diámetro de tallo es importante para la obtencios de buenos rendimientos. Este se ve influenciado por el contenido de nitrógeno en el suelo, dosis óptimas de Nitrógeno en el suelo influyen positivamente en esta variable (Cantero y Martinez, 2 002)

El ANDEVA realizado para la variable diámetro del tallo demostró que no existen diferencias significativas entre los factores en estudio y se presentan en el siguiente cuadro.

Según la prueba de Tukey se demostró que para el factor tipo de siembra el sorgo como cultivo puro presentó el mayor diámetro con 21.88 mm y el asocio con 21.81 mm.

El factor tipo de fertilización reflejo según el análisis que el mayor diámetro lo alcanzó el testigo con 23.13 mm y el que obtuvo el menor fue la fertilización biogreen+quimico con 20.75 mm.

Al comparar los resultados con otros estudios el diámetro determinado es similar en comparación a los resultados que refleja Gómez y Torres (2 010) el cual el mejor diámetro que obtuvieron fue de 20.9 mm. y el menor fue de 15.7 mm.

Cuadro 6. Diámetro del tallo (mm) para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera, 2019

Tratamientos	Diámetro de tallo (mm)
Sistema de siembra	
Sorgo	21.88 a
Sorgo+mungo	21.81 a
Pr \geq 0.05	0.93
Tipo de fertilización	
Biogreen	22.13 a
Químico	21.38 a
Biogreen + Químico	20.75 a
Testigo	23.13 a
Pr \geq 0.05	0.09
Interacción tipo de siembra*fertilización	
Pr \geq 0.05	0.11
C.V.%	8.50

Letras iguales no difieren significativamente

5.3. Número de Hojas

El número de hojas de la planta de sorgo es variable, siempre en dependencia de la variedad y dependiendo de la altura de la planta. Sorgos con altura promedio de 160 cm a 200 cm tienen promedio de 8 hojas, y sorgos con alturas mayores de 200 a 250 cm pueden tener entre 12 a 20 hojas (Rojas, citado por López y Cuadra, 2010).

El ANDEVA demostró que no existe diferencia significativa para ambos factores en la variable número de hojas

Según la prueba de Tukey realizada demostró que para el factor tipo de siembra el que presentó mayor número de hojas fue el sorgo puro con 8.88 hojas, el asocio presento 8.81.

En el factor tipo de fertilización el que presentó mayor número de hojas fue el testigo con 9.13 hojas y el menor fue el biogreen+quimico con 8.63.

Al comparar los resultados con otros estudios el número de hojas determinado es similar en comparación a los resultados que refleja Gómez y Torres (2 010) el cual el mejor resultado que obtuvieron fue de 9.92 hoja

Cuadro 7. Número de hojas para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera, 2019

Tratamientos	Número de hojas
Sistema de siembra	
Sorgo	8.88 a
Sorgo+mungo	8.81 a
$pr \geq 0.05$	0.69
Tipo de fertilización	
Biogreen	8.88 a
Químico	8.75 a
Biogreen + Químico	8.63 a
Testigo	9.13 a
$Pr \geq 0.05$	0.15
Interacción tipo de siembra*fertilización	
$Pr \geq 0.05$	0.61
C.V.%	4.88

Letras iguales no difieren significativamente

5.4. Densidad Poblacional

Los componentes del rendimiento son parámetros para describir la distribución del peso seco de la planta, estos pueden ser definidos en varias formas, pero que multiplicados en conjunto equivalen al rendimiento, el cual también está influenciado por el número de plantas por hectárea (White, 1985 citado por Cuadra, 2000).

Variedades e híbridos de sorgo difieren de capacidad de tolerancia de distintas poblaciones de plantas, así como de los tipos y formas de fertilización, formas de riego empleada. Esto también responde a las condiciones ambientales difíciles y adecuadas para el cultivo asimismo a la tecnología empleada para su producción en la cual sus rendimientos también se verán afectados (Miller y Barnes, 1980).

El ANDEVA demostró que no existe diferencia significativa para ambos factores en la variable densidad poblacional.

Según la prueba de Tukey demostró que en el factor tipo de siembra el sorgo puro presentó la mayor densidad con 130 312 plantas por hectárea, el asocio presentó 123 750 plantas por hectárea.

Para el factor tipo de fertilización el análisis demostró que el biogreen presentó la mayor densidad poblacional con 136 875 plantas por hectárea y el menor lo obtuvo el químico con 122 500 plantas por hectárea

Al comparar los resultados con otros estudios la densidad poblacional determinada es baja en comparación a los resultados que refleja Gómez y Torres (2 010) el cual el mejor resultado que obtuvieron fue de 192 778 plantas por hectárea.

Cuadro 8. Densidad poblacional para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera, 2019

Tratamientos	Plantas por hectárea
Sistema de siembra	
Sorgo	130 312 a
Sorgo+mungo	123 750 a
Pr \geq 0.05	0.47
Tipo de fertilización	
Biogreen	136 875 a
Químico	122 500 a
Biogreen + Químico	123 750 a
Testigo	125 000 a
Pr \geq 0.05	0.66
Interacción tipo de siembra*fertilización	
Pr \geq 0.05	0.11
C.V.%	20.22

Letras iguales no difieren significativamente

5.5. Número de granos por panoja y Peso de 1 000 granos

El número de granos por panoja es importante, ya que está frecuentemente correlacionado con el rendimiento final del grano y este a su vez se encuentra influenciado por el número de inflorescencias, espiguillas por inflorescencias, florecillas por espiguillas y por la proporción de florecillas que llegan a producir granos (Compton, 1990).

El peso del grano es poco influenciado por el medio ambiente, ya que está ligada a caracteres estrictamente de la variedad. Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Cuadra, 2000).

El ANDEVA demostró que no hubo diferencia significativa para las variables granos por panoja y peso de 1 000 granos en ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que para el factor tipo de siembra que el sorgo como cultivo puro presentó mayor número de granos por panoja con 3 785.00 granos y 10 g en el peso de los 1 000 granos. El asocio muestra 3 533.88 granos por panoja y 10 g para el peso de 1 000 granos.

En el factor tipo de fertilización el análisis demostró que la fertilización con biogreen presentó el mayor resultado con 4 071.50 granos y con un peso de 1000 granos de 10 g. El que presentó menor número de granos fue el biogreen+químico con 3 348.13 granos por panoja y un peso de 1 000 granos de 10 g.

Al comparar los resultados con otros estudios para el peso de 1000 granos determinado es baja en comparación a los resultados que refleja Gómez y Torres (2 010) el cual el mejor resultado que obtuvieron fue de 32.87 g

Cuadro 9. Número de granos por panoja y peso de 1 000 granos para cada uno de los factores en estudio en la época de postrera, 2019

Tratamientos	Número de granos por panoja	Peso de 1000 granos
Sistema de siembra		
Sorgo	3 785.00 a	10 a
Sorgo+mungo	3 533.88 a	10 a
Pr \geq 0.05	0.51	0.04
Tipo de fertilización		
Biogreen	4 071.50 a	10 a
Químico	3 462.38 a	10 a
Biogreen + Químico	3 348.13 a	10 a
Testigo	3 755.75 a	10 a
Pr \geq 0.05	0.54	0.54
Interacción tipo de siembra*fertilización		
Pr \geq 0.05	0.76	0.34
C.V.%	29.37	7.26

Letras iguales no difieren significativamente

5.6 Rendimiento del grano (kg/ha)

Esta variable está íntimamente ligada a un sin número de factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí, en donde luego se expresan en producción por hectárea (Sánchez y Sánchez, 2001).

El ANDEVA demostró que no existe una diferencia significativa entre ambos factores para la variable rendimiento.

Según la prueba de Tukey demostró que en el factor tipo de siembra el que presenta mejor rendimiento es el asocio con mungo con 2 991.88 kg/ha⁻¹, el cultivo puro presentó 2 984.63 kg/ha⁻¹.

Para el factor tipo de fertilización se demostró según el análisis que el biogreen+químico presentó los mejores rendimientos con 3 335.75 kg/ha⁻¹ y el menor fue la aplicación de biogreen con 2 646.75 kg/ha⁻¹.

Al comparar los resultados con otros estudios el rendimiento determinado es similar en comparación a los resultados que refleja (Jimenez, 2 018) el cual el mejor resultado fue de 3 546.56 kg/ha⁻¹

Cuadro 10. Rendimiento (kg/ha) influenciado por la densidad de siembra (plantas/ha) y el peso de 1 000 granos (g)

Tratamientos	Rendimiento en kg/ha ⁻¹
Sistema de siembra	
Sorgo	2 984.63 a
Sorgo+mungo	2 991.88 a
Pr ≥ 0.05	0.98
Tipo de fertilización	
Biogreen	2 646.75 a
Químico	2 957.00 a
Biogreen + Químico	3 335.75 a
Testigo	3 013.50 a
Pr ≥ 0.05	0.69
Interacción tipo de siembra*fertilización	
Pr ≥ 0.05	0.34
C.V.%	38.43

Letras iguales no difieren significativamente.

5.7 producción de biomasa

5.7.1 Producción de Biomasa Fresca (kg/ha)

El ANDEVA demostró que no existe diferencia significativa para la variable producción de biomasa fresca en ambos factores.

Según la prueba de Tukey realizada demostró que el factor tipo de siembra el asocio demostró mejor productividad de biomasa fresca con un total de 10 695.31 kg/ha⁻¹. El cultivo puro obtuvo 10 359.38 kg/ha⁻¹.

Para el factor tipo de fertilización el que demostró mayor producción fue el químico con 11 531.25 kg/ha⁻¹ y el menor fue el biogreen con 9 468.75 kg/ha⁻¹.

Cuadro 11. Producción de biomasa fresca al momento de la cosecha postrera 2 019

Tratamientos	Biomasa frescas en kg/ha ⁻¹
Sistema de siembra	
Sorgo	10 359.38 a
Sorgo+mungo	10 695.31 a
Pr \geq 0.05	0.42
Tipo de fertilización	
Biogreen	9 468.75 a
Químico	11 531.25 a
Biogreen + Químico	10 421.88 a
Testigo	10 687.50 a
Pr \geq 0.05	0.01
Interacción tipo de siembra*fertilización	
Pr \geq 0.05	0.25
C.V.%	11.07

Letras iguales no difieren significativamente

5.7.2 Producción de Biomasa Seca (kg/ha)

La tasa de producción de materia seca en el sorgo es afectada fuertemente por el área foliar en EC₁ (etapa de crecimiento). Entre más tiempo pase en EC₁ (tipos no sensibles a fotoperiodos) mayor es el número de hojas (Krieg, 1983 citado por paúl, 1990).

El ANDEVA demostró que no existe diferencia significativa para la variable producción de biomasa seca en ambos factores.

Según la prueba de Tukey los resultados obtenidos demostraron que el factor tipo de siembra el sorgo puro presentó los mejores resultados siendo 1 706.25 kg/ha⁻¹ de materia seca, el asocio presentó 1 600.00 kg/ha⁻¹.

Para el factor tipo de fertilización el primer lugar lo obtuvo el químico con 1 846.88 kg/ha⁻¹ de materia seca, el menor fue el biogreen con 1 431.25 kg/ha⁻¹.

Cuadro 12. Producción de biomasa seca (kg/ha) al momento de la cosecha postrera 2 019

Tratamientos	Biomasa seca kg/ha ⁻¹
Sistema de siembra	
Sorgo	1 706.25 a
Sorgo+mungo	1 600.00 a
Pr ≥ 0.05	0.41
Tipo de fertilización	
Biogreen	1 431.25 a
Químico	1 846.88 a
Biogreen + Químico	1 631.25 a
Testigo	1 703.13 a
Pr ≥ 0.05	0.17
Interacción tipo de siembra*fertilización	
Pr ≥ 0.05	0.92
C.V.%	21.96

Letras iguales no difieren significativamente

5.7.3. Porcentaje de materia seca (%)

Para la variable porcentaje de materia seca el ANDEVA demostró que no existe diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que el sorgo como cultivo puro quien demostró el mayor porcentaje de materia seca con 16.26 %. El asocio presentó 14.87%

En el factor tipo de fertilización el químico presentó el mejor porcentaje con 15.96 % y que presentó menos es el biogreen con 14.99 % de materia seca.

Cuadro 13. Porcentaje de materia seca al momento de la cosecha postrera 2 019

Tratamientos	Porcentaje de materia seca
Sistema de siembra	
Sorgo	16.26 a
Sorgo+mungo	14.87 a
Pr \geq 0.05	0.12
Tipo de fertilización	
Biogreen	14.99 a
Químico	15.96 a
Biogreen + Químico	15.49 a
Testigo	15.81 a
Pr \geq 0.05	0.86
Interacción tipo de siembra*fertilización	
Pr \geq 0.05	0.97
C.V.%	15.70

Letras iguales no difieren significativamente

5.8 Extracción de macro y micros nutrientes en el cultivo del sorgo

5.8.1 Extracción de nitrógeno (N) kg/ha.

Las plantas absorben el nitrógeno en mayor cantidad de formas aniónicas oxidadas como nitrato (NO_3^-) y ion amonio (NH_4^+). Es móvil en el suelo con la forma de nitrato e inmóvil en el suelo bajo la forma de amonio, es un elemento altamente móvil en la planta (Kass, 2007).

El nitrógeno predomina en los suelos cálidos, bien aireados y húmedos de las regiones tropicales con bajos índices de acidez, el nitrógeno es componente esencial de la clorofila, estimula el crecimiento vegetativo y el desarrollo de un color verde oscuro en las hoja. (Kass 2007).

El ANDEVA realizado demostró que hubo diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que la fertilización química en el cultivo sorgo puro hicieron la mayor extracción de nitrógeno con 22.26 kg/ha⁻¹. y el menor la obtuvo el sistema de siembra sorgo+mungo con la fertilización Biogreen con extracción de 4.69 kg/ha⁻¹.

Esto posiblemente se deba a que hubo una buena disponibilidad de nitrógeno brindada por las fertilizaciones químicas en el sistema de siembra, y al no haber competencia entre las especies (sorgo y mungo).

Cuadro 14. Extracción de Nitrógeno al momento de la cosecha postrera 2 019

Sistema de siembra	Tipo de fertilización	Extracción de N (kg/ha) ⁻¹
Sorgo puro	Químico	22.26 a
Sorgo+mungo	Químico	20.59 a
Sorgo+mungo	Biogreen+químico	15.35 a
Sorgo puro	Biogreen+químico	15.00 a
Sorgo puro	Biogreen	5.34 b
Sorgo puro	Testigo	5.31 b
Sorgo+mungo	Testigo	4.91 b
Sorgo+mungo	Biogreen	4.69 b
Pr _≥ 0.05		0.009
C.V %		26.33

Letras diferentes significa que hubo significancia.

5.8.2 Extracción de fósforo (P) kg/ha

La planta lo absorbe rápidamente como fosfato monovalente (H₂PO₄)⁻¹ si el fosfato está en forma divalente (HPO₄), o como trisfosfato (PO₄)⁻³ es absorbido con más lentitud. La forma de absorción está más ligada a las condiciones de pH del suelo. Un buen ámbito de pH para

su absorción está entre los valores de 6 y 6.8. Es un elemento inmóvil en el suelo y algo móvil en la planta (Kass, 2007).

Forma parte de compuestos bioquímicos sintetizados dentro de la planta ácidos nucleicos, fosfo proteínas, fosfolípidos, ácido desoxirribonucleico (ADN), en el ácido fitico (inositol), y en la fitina: sal para reserva de fósforo en la semilla, importante para la germinación (Kass, 2007).

El ANDEVA demostró que hubo diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que el tipo de fertilización químico+biogreen aplicado en el tipo de siembra sorgo+mungo hicieron el mayor efecto de extracción de fósforo con 4.29 kg/ha⁻¹.

Esto debido a la aplicación de fertilizantes combinados en el sistema de siembra asociado, ya que ambos fertilizantes aportan un óptimo porcentaje de fósforo, esto se confirma con análisis químicos de suelo realizado en las parcelas, que demuestran que estos suelos tienen poca disponibilidad de fósforo y según (Kass, 2007), de que el fósforo es inmóvil en el suelo y poco móvil en la planta se justifica la poca extracción del elemento en comparación a los otros elementos.

Cuadro 15. Extracción de fósforo al momento de la cosecha postrera 2 019

Sistema de siembra	Tipo de fertilización	Extracción de P (kg/ha) ⁻¹
Sorgo+mungo	Biogreen+Químico	4.29 a
Sorgo puro	Biogreen+Químico	4.19 a
Sorgo puro	Químico	3.46 a
Sorgo+mungo	Químico	3.20 a
Sorgo puro	Biogreen	1.22 b
Sorgo+mungo	Biogreen	1.07 b
Sorgo puro	Testigo	0.18 b
Sorgo+mungo	Testigo	0.17 b
Pr ≥ 0.05		0.009
C.V %		31.25

5.8.3 Extracción de potasio (K) kg/ha

Las raíces de las plantas lo absorben de la solución del suelo en forma de ion (K⁺). La absorción se reduce si su contenido en la solución del suelo, es muy baja respecto al calcio y al magnesio. El potasio es algo móvil en el suelo y muy móvil en la planta (Kass,2007).

Es de fuerte demanda por la planta, si existe gran disponibilidad en el suelo, la planta lo absorben de forma indiscriminada (más allá de sus necesidades), proceso conocido como “consumo de lujo”, como no forma parte de compuestos orgánicos se le encuentra en forma soluble (iónica), dentro del jugo celular. Una característica importante es que siempre se acumulan en los tejidos vegetales donde la división celular y los procesos de crecimientos son más activos (Kass, 2007).

El ANDEVA demostró que hubo diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que el tipo de fertilización química, aplicada en el tipo de siembra sorgo puro presentó la mayor extracción del elemento la cual fue 36.27 kg/ha⁻¹.

Según los análisis químicos de suelo demostraron que estos suelos presentan altas cantidades del elemento potasio disponibles para la planta a esto sumándole el aporte brindado por aplicaciones químicas en esta parcela. e incluirle el “consumo de lujo” fenómeno que describe la teoría (Kass, 2007), para la absorción indiscriminada (más allá de la demanda) para este elemento.

Cuadro 16. Extracción de potasio al momento de la cosecha postrera 2 019

Sistema de siembra	Tipo de fertilización	Extracción de K (kg/ha) ⁻
Sorgo puro	Químico	36.27 a
Sorgo+mungo	Químico+biogreen	35.64 a
Sorgo puro	Químico+biogreen	34.83 a
Sorgo puro	Testigo	33.96 a
Sorgo+mungo	Químico	33.55 a
Sorgo+mungo	Testigo	31.44 ab
Sorgo puro	Biogreen	15.40 bc
Sorgo+mungo	Biogreen	13.51 c
Pr _≥ 0.05		0.009
C.V %		23.15

Letras diferentes significa que hay significancia

5.8.4 Extracción de calcio (Ca) kg/ha Es absorbido por las plantas como ion calcio (Ca⁺²), debido a interacciones entre calcio, potasio y magnesio, su velocidad de absorción puede disminuir cuando existen altas concentraciones de potasio y/o magnesio en la solución del suelo, su absorción puede ocurrir por mecanismo pasivo (como la transpiración), o por mecanismos activos (proceso que involucra gastos de energía por la planta al realizar la transpiración) (Kass,2007).

Es un elemento poco móvil en el suelo e inmóvil en la planta, su mejor papel es en la formación de la pared celular (Kass, 2007).

El ANDEVA demostró que no hubo diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que en el factor tipo de siembra el que presentó mayor extracción del nutriente fue el sorgo como cultivo puro con 8.42 kg/ha^{-1} , el asocio obtuvo 7.49 kg/ha^{-1} .

Para el factor tipo de fertilización el que presentó mayor extracción fue con la aplicación del biogreen+quimico con 9.46 kg/ha^{-1} . el menor lo obtuvo el testigo con 7.33 kg/ha^{-1} .

.
El factor por el cual hay poca extracción de calcio se debe a que, según el análisis químico de suelo, estos son rico en potasio y según (Kass, 2007), existe un efecto de antagonismo en el cual altas concentraciones de potasio dificultan la absorción de calcio por parte de la planta.

Cuadro 17 Extracción de calcio al momento de la cosecha postrera 2 019

Tratamientos	Extracción de Ca (kg/ha) ⁻¹
Sistema de siembra	
Sorgo	8.42 a
Sorgo+mungo	7.49 a
Pr \geq 0.05	0.45 a
Tipo de fertilización	
Biogreen	7.59 a
Químico	8.3 a
Biogreen + Químico	9.46 a
Testigo	7.33 a
Pr \geq 0.05	0.12
Interacción tipo de siembra*fertilización	
Pr \geq 0.05	0.009
C.V.%	22.50

Letras iguales no difieren significativamente

5.8.5 Extracción de magnesio (Mg) kg/ha

La planta lo absorben como ion magnesio (Mg⁺²). Este elemento tiene relaciones antagónicas con el calcio y el potasio, si la cantidad de magnesio es baja en relación con esos dos elementos en forma catiónica la absorción por las raíces es baja (Kass, 2007).

El magnesio es inmóvil en el suelo y móvil en la planta, forma parte de la clorofila, molécula básica para el proceso de fotosíntesis y participa activamente en el metabolismo de los carbohidratos como glucosa, fructosa y galactosa activándolos enzimáticamente mediante la incorporación del adenosin trifosfato (ATP) a la molécula glucosídica (Kass, 2007).

El ANDEVA demostró que hubo diferencia significativa entre ambos factores

Según la prueba de Tukey demostró que el tipo de fertilización combinada químico+biogreen aplicada en el tipo de siembra sorgo+mungo presentó la mayor extracción del elemento, el cual fue de 3.95 kg/ha¹.

Debido a los altos contenidos de potasio según (Kass, 2007), es un elemento antagónico con varios elementos entre ellos el magnesio, se presentan que las extracciones de este elemento por parte de la planta son relativamente bajas, lo cual nos puede decir que no hubo mucha absorción por parte de la planta del elemento magnesio.

Cuadro 18. Extracción de magnesio al momento de la cosecha postrera 2 019

Sistema de siembra	Tipo de fertilización	Extracción de Mg (kg/ha) ⁻¹
Sorgo+mungo	Químico+biogreen	3.95 a
Sorgo puro	Químico+biogreen	3.87 a
Sorgo puro	Químico	3.65 ab
Sorgo+mungo	Químico	3.37 ab
Sorgo puro	Biogreen	2.90 ab
Sorgo+mungo	Biogreen	2.55 ab
Sorgo puro	Testigo	2.30 ab
Sorgo+mungo	Testigo	2.13 ab
Pr _≥ 0.05		0.009
C.V.%		23.30

Letras diferentes significa que hay significancia

5.8.6 Extracción de manganeso (Mn) kg/ha

El manganeso es absorbido activamente por la planta como Mn⁺², si en el ambiente suelo-raíz existen altas concentraciones de formas iónicas como potasio, calcio, magnesio, cobre y cinc, su velocidad de absorción disminuye (Kass, 2007).

Es un elemento móvil en el suelo e inmóvil en la planta, es importante en la fotosíntesis para la formación de clorofila, en proceso de oxidación-reducción, y en la respiración, también participa en mecanismos enzimático. (Kass, 2007).

El ANDEVA demostró que hubo diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que el tipo de fertilización química aplicada en el tipo de siembra sorgo cultivo puro presentó la mayor extracción del elemento con 0.008 kg/ha^{-1} .

Debido a los altos contenidos de potasio y cantidades moderadas de zinc, pero más altas que el elemento manganeso (Mg) cuales son elemento antagonista del manganeso, se presentan que las extracciones de este elemento por parte de la planta son relativamente bajas, lo cual significa que no hubo mucha absorción por parte de la planta del elemento manganeso.

Cuadro 19 Extracción de manganeso al momento de la cosecha postrera 2 019

Sistema de siembra	Tipo de fertilización	Extracción de Mn (kg/ha^{-1})
Sorgo puro	Químico	0.08 a
Sorgo+mungo	Químico	0.07 ab
Sorgo puro	Biogreen	0.06 abc
Sorgo+mungo	Biogreen	0.05 abc
Sorgo puro	Testigo	0.04 bc
Sorgo+mungo	Testigo	0.04 c
Sorgo+mungo	Químico+biogreen	0.04 c
Sorgo puro	Químico+biogreen	0.03 c
$\text{Pr} \geq 0.05$		0.008
C.V.%		23.36

Letras diferentes significa que hay significancia

5.8.7 Extracción de hierro (Fe) kg/ha

Puede ser absorbido por las plantas como ion ferroso (Fe^{+2}) y como ion férrico (Fe^{+3}), la forma reducida (Fe^{+2}), predomina en suelos mal drenados y con aireación deficiente. La forma oxidada (Fe^{+3}), en suelos bien drenados. El exceso de cal en un suelo disminuye su absorción por qué se hace menos solubles (Kass, 2007).

Es inmóvil en el suelo e inmóvil en la planta, se necesita como catalizador en reacciones enzimáticas, participa en la síntesis de clorofila y proteínas, y en diversas reacciones de oxidación y reducción (Kass, 2007).

El ANDEVA demostró que hubo diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que el tipo de fertilización biogreen aplicada en el tipo de siembra sorgo como cultivo puro presentó la mayor extracción del elemento con 0.007 kg/ha¹.

Las bajas cantidades de absorción de hierro por la planta puede deberse a las cantidades considerables de calcio presentes en este suelo ya que el calcio tiene un efecto antagonista con el hierro. Al igual que este es inmóvil en el suelo y en la planta.

Cuadro 20. Extracción de hierro al momento de la cosecha postrera 2 019

Sistema de siembra	Tipo de fertilización	Extracción de Fe (kg/ha) ⁻¹
Sorgo puro	Biogreen	0.07 a
Sorgo+mungo	Biogreen	0.06 ab
Sorgo puro	Testigo	0.04 bc
Sorgo+mungo	Testigo	0.04 bc
Sorgo puro	Químico	0.02 cd
Sorgo+mungo	Químico	0.02 cd
Sorgo+mungo	Químico+biogreen	0.00 d
Sorgo puro	Químico+biogreen	0.00 d
Pr _≥ 0.05		0.007
C.V.%		31.86

Letras diferentes significa que hay significancia

5.8.8 Extracción de zinc (Zn) kg/ha

El zinc es absorbido rápidamente, y en forma iónica por las plantas, como Zn⁺², la presencia de altos contenidos de fósforo en el sistema suelo-raíz, disminuye su disponibilidad para la planta (Kass, 2007).

Es inmóvil en la planta e inmóvil en el suelo, participa en diferentes mecanismos enzimáticos y en la estabilidad de compuestos enzimáticos que contienen iones metálicos ligado a su estructura, también participa en la biosíntesis de la auxina “ácido indol-3-acético” (AIA), auxina muy importante en el ciclo de crecimiento de las plantas (Kass, 2007).

El ANDEVA demostró que hubo diferencia significativa entre ambos factores.

Según la prueba de Tukey demostró que el tipo de fertilización combinada químico+biogreen aplicada en el tipo de siembra asocio y el tipo de fertilización químico aplicado en el tipo de siembra sorgo puro presentaron la mayor extracción del elemento con 0.004 kg/ha¹.

Las cantidades extraídas de zinc por la planta, fueron relativamente bajas, esto solo por el aporte que dio el biogreen y lo que había disponible en el suelo que al igual son proporciones bajas, y teniendo en cuenta que según la teoría este elemento es inmóvil en el suelo y en la planta.

Cuadro 21 Extracción de zinc al momento de la cosecha postrera 2 019

Sistema de siembra	Tipo de fertilización	Extracción de Zn (kg/ha) ⁻¹
Sorgo+mungo	Químico+biogreen	0.04 a
Sorgo puro	Químico	0.04 a
Sorgo puro	Químico+biogreen	0.03 a
Sorgo+mungo	Químico	0.03 a
Sorgo+mungo	Testigo	0.03 a
Sorgo puro	Testigo	0.03 a
Sorgo puro	Biogreen	0.02 ab
Sorgo+mungo	Biogreen	0.02 b
Pr ≥ 0.05		0.004
C.V.%		20.78

Letras diferentes significa que hay significancia

VI. CONCLUSIONES

Los resultados reflejaron que para la variable altura de la planta, diámetro del tallo, número de hoja, densidad poblacional, número de granos por panoja, peso de 1 000 granos, rendimiento del grano, producción de biomasa fresca, biomasa seca y el porcentaje de materia seca igual no se encontró diferencia significativa.

Para la variable extracción de macro y micro nutrientes en el suelo para el calcio no hubo diferencia significativa en ambos factores, posiblemente a las bajas concentraciones de calcio que poseen estos suelos y la asimilación baja por parte de la planta en ambos sistemas de siembra por la inmovilidad del elemento en el suelo y en la planta, a la vez el antagonismo que se da por los altos contenidos de potasio.

Para las extracciones de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, manganeso, hierro, zinc, se presentó diferencia significativa en las cuales la mayor extracción que hubo fue en la de potasio con $36.27 \text{ kg/ ha}^{-1}$.

VII. LITERATURA CITADA

- Altieri, M; 1995. Agroecología: creando sinergias para la agricultura sostenible. Universidad de Berkeley Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). 63 pp.
- Avelares, J; Cuadra, M; Salmerón, F; 2003. Texto básico de Agroecología. 2^{da} Edición.
- Blandón, A; 2008. Comportamiento agronómico del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] bajo aplicación de diferentes abonos orgánicos. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Trabajo de Diploma. 23 pp.
- Cantarero, R; Martínez, O; 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Trabajo de Diploma. 52 pp.
- Centro Tecnológico Químico (AGQ Labs). Colombia 2017. Recuperado el día 25 de abril del año 2020 de
<https://agqlabs.co/2017/02/03/la-importancia-del-analisis-suelos-agricolas/>
- Centro de Trámites de las Exportaciones (CETREX). Managua 2019 recuperado el día 16 de octubre del año 2020 de
<https://www.cetrex.gob.ni/website/servicios/estadisticas.jsp>
- Compton, L. Paul. 1995. Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos para los Trópicos Semiáridos ICRISAT. Ed. Patancheru P.O. Andhra Pradesh 502324. INDIA.

Estevan, A; 2008. Biocombustibles: la agricultura al servicio del automóvil. Recuperado el día 10 de marzo del año 2020

<http://habitat.aq.upm.es/bioc/aaest.html>

Gómez, F; Torres N; 2 010 comportamiento agronómico de 10 líneas precoces de sorgo (*sorghum bicolor (L) Moench*), centro experimental del valle de sébaco (CEVAS-INTA), primera 2010, NI. Universidad Nacional Agraria, facultad de agronomía. Trabajo de tesis. 13pp

Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Managua 2011. Recuperado el día 10 de octubre del año 2020 de

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30j61s.pdf>

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2003. Guía Tecnológica 7: Cultivo del Sorgo. Imp. INPASA. Managua NI.

Jimenez, F; 2 018. Selección de líneas de sorgo (*Sorghum bicolor L Moench*) fotosensible en ambientes en ambientes del corredor seco de la región I, Nicaragua, NI. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de tesis. 18pp

Kass, D, C; (2007). Fertilidad de suelos. Recuperado el día 16 de octubre del año 2020 de

https://books.google.com.pe/books?id=sRua411JhvgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

López, A; Vega, I; 2004. Cultivos de cobertura para sistemas de cultivos perennes. Guía técnica N° 3. Managua, NI. ASDI-SAREC.

La prensa. Managua, Nicaragua. 2001. Recuperado el día 20 de noviembre del 2020 de

<https://www.laprensa.com.ni/2001/09/05/economia/777141-frijol-mungo-se-convierte-en-abono-para-el-maz#:~:text=laprensa.com.ni>

Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). Managua 2005. Recuperado el día 13 de mayo del año 2020 de

la calera agronomía una - Universidad Nacional Agraria

Maradiaga, T; Cuadra, R; 1999. Evaluación productiva de los pastos Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y Guinea (*Panicum maximun*), con y sin árboles. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Trabajo de Diploma. 49 pp.

Miller, F. D; & Barnes, H. J; 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo en producción y protección vegetal. Introducción al control integrado de plagas de sorgo. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma IT.

Ortiz, B; Gutierrez, C; 2 001. Evaluación para rendimiento de granos de sorgo (*Sorghum bicolor L Moench*) de nueve variedades postrera, Managua, Nicaragua, NI. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de tesis. 26pp.

Pereira, J. F; 1999. Fisiología de la yuca. Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica. Jusepín, VE. 123 pp.

Compton, L; Paul; 1990. Agronomía del sorgo. CENTA. El salvador. 110 pp

Ramírez, O; Cuadra, J; 2007. Evaluación de veinticuatro líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] por su reacción a plagas y enfermedades, en dos localidades CNIA–INTA, Managua y Guanacastillo, Masaya, postrera 2004. Managua, NI. 64 pp.

Rojas, A; citado por (López y Cuadra), 2010. Entrevista. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA, INTA).

Servicios Agropecuarios de la Costa (SACSA). Nicaragua 2015 recuperado el día 26 de mayo del 2020 de

<http://www.gruposacsa.com.mx/ventajas-y-desventajas-de-usar-agroquimicos/>

Sánchez, H; Sánchez, R.; 2001. Efecto de tres densidades de siembra y tres distancias entre hilera, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) var. 887V2. Masaya, NI. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Trabajo de Diploma. 27 pp.

Widdowsen, R; 1993. Hacia una agricultura holística, un enfoque científico. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, AR. 270 pp.

White; 1985 citado por Cuadra M; 2000. Efecto de diferentes densidades de siembra y distancias entre hileras sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Trabajo de Diploma. 38 pp.

Zamora, G; Benavides, G. 2003. Evaluación del efecto de la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-S en la estación experimental “La compañía”, época de primera, 2002. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Trabajo de Diploma. 60 pp.

Zamora, S. M; Gutiérrez, G. Y; Gutiérrez, C; 2006. Manejo de insectos y enfermedades del sorgo. Tercera edición. INTA, INTSORMIL, UNA. Ed. La Nicaragua de hoy Managua, NI. p. 2-7.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Hojas de cálculo para el cultivo del sorgo en diferentes sistemas

Plantas	Parcela	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Nº HOJA
1	Sorgo			
1	Sorgo + Mungo			

Nota: Para la toma de estos datos se tomaron 20 muestras por parcela

Anexo 2. Hoja de cálculo para el cultivo del sorgo (densidad poblacional)

Plantas	Parcela	Número de plantas (m ²)	Muestras
Muestra 1	Sorgo		
Muestra 1	Sorgo + Mungo		

Nota: Para la toma de este dato se tomaron 5 muestras por parcela

Anexo 3. Hoja de cálculo para el cultivo del mungo

Plantas	Parcela	Altura (cm)	Número de plantas (ML)	Altura de la primera vaina	Nº vainas
1	Sorgo + Mungo				

Nota: Para el levantamiento de estos datos se tomaron 3 tomas en 3 estados de desarrollo diferentes

Anexo 4. Análisis de suelo obtenido en el Laboratorio de Suelos y Agua

Bloque	Sistema siembra	Rutina (%)			[ppm]	{meq/100 g suelo}	
		(C.O.)	(M.O.)	(N)	(P-disp)	{K-disp}	% H°
I							
Biogreen	Sorgo	1.02	1.77	0.12	1.0	0.39	47.22
	Sorgo + Mungo	1.23	2.12	0.13	0.7	0.31	38.9
Químico							
	Sorgo	0.44	0.76	0.04	2.3	0.78	13.35
	Sorgo + Mungo	0.97	1.67	0.12	2.6	0.82	0.95
Biogreen + Químico							
	Sorgo	1.61	2.78	0.15	4.2	0.83	33.14
	Sorgo + Mungo	1.52	2.62	0.14	5.4	1.59	36.78
Testigo							
	Sorgo	1.58	2.72	0.18	25.1	2.40	34.5
	Sorgo + Mungo	1.70	2.93	0.17	27.2	2.77	35.59
II							
Biogreen + Químico							
	Sorgo	1.84	3.18	0.17	21.40	2.78	30.15
	Sorgo + Mungo	1.73	2.98	0.17	13.27	2.11	32.38
Testigo							
	Sorgo	1.38	2.37	0.10	7.55	1.12	34.35
	Sorgo + Mungo	1.40	2.42	0.15	4.09	0.73	35.03
Biogreen							
	Sorgo	1.08	1.87	0.11	8.97	1.29	32.43
	Sorgo + Mungo	0.97	1.67	0.10	5.9	0.97	22.98
Químico							
	Sorgo	1.87	3.23	0.17	10.6	1.97	32.35
	Sorgo + Mungo	1.08	1.87	0.18	15.5	2.07	30.79

III							
Químico							
	Sorgo	1.67	2.88	0.16	10.5	2.03	36.87
	Sorgo + Mungo	1.76	3.03	0.13	18.0	2.72	30.27
Biogreen + Químico							
	Sorgo	1.61	2.78	0.13	12.8	2.55	30.56
	Sorgo + Mungo	1.76	3.03	0.12	12.2	2.48	60.97
Testigo							
	Sorgo	0.56	0.96	0.04	0.9	0.42	38.53
	Sorgo + Mungo	1.20	2.07	0.10	3.49	0.57	42.76
Biogreen							
	Sorgo	1.32	2.17	0.14	2.39	0.79	36.92
	Sorgo + Mungo	1.43	2.47	0.12	2.84	1.08	34
IV							
Testigo							
	Sorgo	1.38	2.37	0.11	1.2	1.27	39.16
	Sorgo + Mungo	1.11	1.92	0.08	2.9	0.55	47.04
Biogreen							
	Sorgo	0.91	1.56	0.08	2.8	0.25	40.91
	Sorgo + Mungo	0.32	0.56	0.02	3.2	0.66	14.45
Químico							
	Sorgo	1.58	2.72	0.13	9.8	2.22	27.92
	Sorgo + Mungo	1.67	2.88	0.15	13.8	2.40	31.76

Biogreen + Químico	Sorgo	1.05	1.82	0.09	3.3	1.04	39.68
	Sorgo + Mungo	1.70	2.93	0.14	4.9	1.05	33.7

Anexo 5. Rango de contenido de macronutrientes en el suelo

Nutrientes	Unidades	Bajo	Óptimo	Alto
N	%	< 0.07	0.07 – 0.15	> 0.15
P	ppm	< 10	10 – 20	> 20
K	meq/100 g	< 0.2	0.2 – 0.3	> 0.3
Ca	meq/100 g	< 2.5	2.5 – 5.5	> 5.5
Mg	meq/100 g	< 0.3	0.3 – 1.0	> 1.0
M.O.	%	< 2	2 – 4	> 4

Anexo 6. Efecto de los diferentes niveles de fertilización sobre la altura del frijol mungo.

Altura de Plantas

El ANDEVA realizado demuestra que el tratamiento Testigo absoluto presenta los mejores resultados para la variable en estudio y no es estadísticamente significativo. Los tratamientos de Biogreen, Biogreen + Químico y Químico presentan valores iguales en donde la variación de alturas es de 2 cm.

Cuadro 23. Altura de plantas del frijol mungo, postrera 2019.

Tratamiento	Altura de plantas en (cm)	altura de 1ª vaina
Biogreen	38.00a	48.78a
Quimico	35.75a	41.70a
Biogreen + Quimico	36.25a	47.18a
Testigos	39.50a	45.20a
Pr \geq 0.05	0.76	0.78
C.V (%)	14.72	22.24

Letras iguales no difieren significativamente

. Anexo 7 Plantas por metro lineal, Número de vainas, Altura de la primera vaina y Rendimiento de grano (kg/ha)

Cuadro 24. Efecto de los tratamientos sobre las variables en estudio del frijol mungo, postrera 2019.

Tratamiento	Numero de vainas	Granos/vainas	Plant/m lineal	Rendimiento kg/ha
Biogreen	5.00a	11.50	64.00a	348.61a
Quimico	4.75a	11.50	75.25	388.62a
Biogreen + Quimico	4.50a	11.50	78.75	333.70a
Testigo	4.50a	11.25	62.00	296.49a
Pr \geq 0.05	0.68	0.92	0.66	.058
C.V %	14.33	5.50	23.53	26.83

Letras iguales no difieren significativamente

Como se demuestra en este estudio el mejor resultado en cuanto al rendimiento que es nuestro parámetro de importancia lo presenta con el tratamiento Químico, asimismo podemos apreciar que esto pueda deberse a que hay un mejor número de plantas por metro lineal. El rendimiento óptimo para el cultivo oscila entre los 7 a 19 qq por hectárea, este además representa un ingreso adicional para el agricultor (Mendieta, 1999).

El ANDEVA demuestra que los resultados obtenidos no son significativos, esto porque las variables importantes que influyen en el rendimiento (número de vainas y número de plantas por metro lineal) son similares entre sí por lo que pueden agruparse en una misma categoría estadística, asimismo la variable altura de la primera vaina no tiene diferencia significativa

BLOQUE I

BLOQUE II

BLOQUE III

BLOQUE IV

Anexo 8 plano de campo

BIOGREEN
SORGO+MUNGO

BIOGREEN+QX
SORGO+MUNGO

QX
SORGO+MUNGO

CERO APLICACION
SORGO+MUNGO

QX
SORGO+MUNGO

CERO APLICACIÓN SORGO+MUNGO
SORGO

BIOGREEN+QX SORGO+MUNGO
SORGO

BIOGREEN SORGO+MUNGO
SORGO

BIOGREEN+QX SORGO +MUNGO
SORGO

BIOGREEN
SORGO+MUNGO

CERO APLICACIÓN
SORGO+MUNGO

QX SORGO+MUNGO
SORGO

CERO APLICACIÓN SORGO+MUNGO
SORGO

QX SORGO+MUNGO
SORGO

BIOGREEN SORGO+MUNGO
SORGO

BIOGREEN+QX
SORGO+MUNGO