



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos de programas de fertilización edáfico-foliar más
microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.),
Cantón Alfredo Baquerizo Moreno”

AUTOR:

Jhony Patricio Aucancela Pilco

TUTOR:

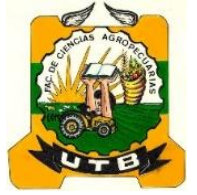
Ing. Agr. Gustavo Vásconez Galarza, M.Sc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACION

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos de Programas de fertilización edáfico-foliar más
microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.),
Cantón Alfredo Baquerizo Moreno”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, PhD.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg. Sc.
PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Yary Ruíz Parrales, MSc
SEGUNDO VOCAL

La responsabilidad de los resultados, conclusiones, recomendaciones presentes y sustentadas en este proyecto pertenecen al autor.

JHONY PATRICIO AUCANCELA PILCO

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, el creador del cielo y la tierra por haberme dado la oportunidad de culminar mi carrera universitaria y darnos la salud junto con mi familia.

A mis padres Manuel Aucancela Ilbay, María Pilco Remache y hermanos por el esfuerzo y apoyo tanto económico como moral durante el transcurso de mis estudios.

Gracias a la facultad de Ciencias Agropecuaria – Carrera de Ingeniería Agronómica, por haberme formado como Ingeniero Agrónomo.

También a mi tutor de tesis Ingeniero Agrónomo Gustavo Vásconez Galarza, Docentes Ingeniero Agrónomo Eduardo Colina Navarrete, Ingeniero Agrónomo Luis Sánchez, gracias por compartirme todos sus conocimientos y experiencias académicas a lo largo de mi carrera profesional.

Gracias infinitamente a todos mis compañeros, con ellos quedarán recuerdos inolvidables que siempre estarán en mi mente.

DEDICATORIA

Esta profesión de Ingeniero Agrónomo se la dedico en primer lugar a Dios, a mi padre Manuel Aucancela Ilbay, así como a mi hermana Marisol Aucancela Pilco. Dedico especialmente mi profesión a mi madre por ser una mujer trabajadora, valiente y humilde, ella me ayudo a retornar a mis estudios universitarios, sin ella no hubiera hecho realidad esta profesión anhelada.

Gracias Madrecita te agradezco infinitamente con todo mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. objetivos específicos	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen del sorgo	3
2.2 Importancia del sorgo.....	3
2.3 Taxonomía del cultivo de sorgo.....	4
2.4 Comportamiento fisiológico	5
2.5 Fertilización edáfica.....	6
2.6 Momento de aplicación de los macronutrientes primarios.	7
2.7 Deficiencias de macronutrientes.....	7
2.8 Épocas y métodos de siembra.....	8
2.9 Problema fitosanitario.	8
2.10 Tipos de sorgo.....	9
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 Ubicación y descripción de sitio experimental	10
3.2 Material genético de siembra	10
3.3 Factores por estudiar	10
3.4 Métodos.....	11
3.5 Tratamientos	11
3.6 Diseño experimental.....	11
3.7 Esquema del análisis de varianza	11
3.8 Manejo del ensayo.	12
3.8.1 Preparación del suelo	12
3.8.2 Siembra.....	12
3.8.3 Control de malezas	12
3.8.4 Control fitosanitario	12
3.8.5 Riego	12
3.8.6 Fertilización edáfica.	12
3.8.7 Fertilización foliar.	13
3.8.8 Cosecha.....	13
3.9 Variables por evaluarse	13
3.9.1. Altura de planta.....	13
3.9.2. Días a la floración.....	13

3.9.3. Días a la Maduración Fisiológica	13
3.9.4. Altura de inserción de la panoja	13
3.9.5. Diámetro de la panoja	14
3.9.6. Longitud de la panoja	14
3.9.7. Peso de 100 granos	14
3.9.8. Número de granos por panoja	14
3.9.9. Rendimiento de grano.....	14
3.9.10. Análisis Económico	14
3.9.11. Productividad Parcial por nutriente.....	15
IV RESULTADOS.....	16
V CONCLUSIONES	27
VI RECOMENDACIONES	28
VII RESUMEN	29
VIII SUMMARY	30
IX BIBLIOGRAFIA.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Altura de planta y días a floración	17
Cuadro 2. Diámetro de panoja y días a la maduración.....	18
Cuadro 3. Inserción de panoja y longitud de panoja.....	19
Cuadro 4. Granos por panoja y peso de 100 granos.....	20
Cuadro 5. Producción (kg/ha	21
Cuadro 6. Eficiencia agronómica de N, P y K (kg/ha).....	23
Cuadro 7. Eficiencia agronómica de Mg y S (kg/ha).....	24
Cuadro 8 Costos fijos	25
Cuadro 9 Análisis económico	26

I. INTRODUCCIÓN

El Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) es un cultivo granífero de la Familia de las Poaceas, cultivado en todo el planeta como cereal para consumo humano y animal, El sorgo es el quinto cereal más importante del mundo. El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero nunca se extendió mucho en este continente (Halevy *et al.* 2020).

No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América y probablemente las primeras semillas se llevaron al hemisferio Occidental en barcos de esclavos procedentes de África. Los Principales países importadores de sorgo en el mundo es México con 1878,474. Y España con 1634,710 toneladas. Principales países exportadores de Sorgo en el mundo son Estados unidos 5704,053 Argentina 1071,717 toneladas (Agrotendencia 2018).

En Ecuador como en otros países de Latinoamérica, existen zonas potenciales para el cultivo del sorgo, como las áreas marginales con escasa precipitación en las provincias del Guayas, Manabí y el Oro; También en suelos que durante la época lluviosa son sembrados con arroz y que más tarde permanecen en descanso, como en la cuenca baja del Guayas, también en ciertas áreas de la cuenca alta del Guayas, como cultivo de rotación, la superficie potencial para este cereal actualmente alcanza unas 190 000 ha, tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una amplia gama de condiciones en el suelo, responde favorablemente a la irrigación, requiriendo un mínimo de 250 mm durante su ciclo, con un óptimo comprendido entre los 400-550 mm. (García V *et al.* 2017).

Los Bioestimulantes agrícolas incluyen diversas formulaciones de compuestos, sustancias y otros productos que se aplican a plantas o suelos para regular y mejorar los procesos fisiológicos del cultivo, haciéndolos más eficientes. Los bioestimulantes actúan sobre la fisiología vegetal a través de diferentes vías para mejorar el vigor de los cultivos, los rendimientos, la calidad y la conservación / conservación posterior a la cosecha (Saborío 2002, Lins *et al.* 2010).

Raizone, es un bio-estimulante que está compuesto de algas marinas con fósforo de fuente natural, los cuales a través de un proceso de bio fermentación con ácidos húmicos y fulvicos producen elementos nutricionales benéficos como Auxinas - Cito-quininas -Fito hormonas, una gama de aminoácidos y micro elementos quelatizados que son fácilmente asimilados por las plantas. El fósforo es muy importante porque influye fuertemente en el desarrollo de las raíces de la planta. El fósforo activa el desarrollo inicial y tiende a acortar el ciclo vegetativo, favoreciendo la maduración de los frutos, mejorando su calidad, favorece la nodulación y la actividad de las bacterias benéficas, fijadores de nitrógeno.

MICRO-RHIZ tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en la asociación simbiótica con las legumbres y pocas no-legumbres. El *Rhizobium* entra en los pelos de la raíz de la planta, multiplica y forma nódulos rosáceos. El *Rhizobium* reside en estos nódulos en nitrógeno atmosférico bacteriano de la forma y del arreglo, allí por el vigor y la fuerza del crecimiento vegetal del alza de la ayuda. Se estima que la simbiosis *Rhizobium* puede fijar de 24 hasta más de 584 kg de nitrógeno por hectárea.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de programas de fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo.

1.1.2. objetivos específicos

- Estudiar el comportamiento agronómico a la aplicación de los fertilizantes edáficos-foliare y microorganismo en el cultivo de sorgo.
- Identificar el tratamiento más adecuado para lograr aumento en el rendimiento del cultivo de sorgo.
- Realizar un análisis económico en relación costo/beneficio de los tratamientos evaluados.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del sorgo

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India sin embargo ciertos investigadores afirman que el sorgo que es originario de África Central (Etiopía o Sudán) debido a que existen, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente en África (Carlesso *et al.* 2012).

El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio Occidental en barcos de esclavos procedentes de África.

En el Ecuador el sorgo se presenta como una alternativa para las zonas agrícolas, especialmente en las zonas donde las áreas de cultivos de ciclo corto han sido reducidas por problemas bióticos y abióticos. Entre las zonas potencialmente aptas para este cultivo se encuentran las provincias del Guayas, Los Ríos y Manabí, pero también puede cultivarse, en zonas secas, después de la cosecha del arroz o maíz, aprovechando la humedad remanente que queda en dichos suelos

2.2 Importancia del sorgo

El sorgo es uno de los cereales que por sus características agronómicas y nutricionales pudiera aportar grandes beneficios en la alimentación, tanto humana como animal, a nivel mundial, tropical y nacional (Awika y Rooney 2004, Dykes y Rooney 2006). Hoy no existe una amplia tradición y experiencia en cuanto a su producción; sin embargo, diferentes ensayos indican que los rendimientos son satisfactorios y que pudieran incrementarse si se contara con tecnologías apropiadas y sustentables que permitieran expresar todo su potencial.

El mismo autor nos expresa que el sorgo es el quinto cereal de mayor importancia en el mundo, después del trigo, el arroz, el maíz y la avena. Es un cultivo que en algunas regiones del mundo está sustituyendo al maíz, por su resistencia a enfermedades virales y fúngicas y poca demanda de agua, lo que lo convierte en un

cereal de menor costo. En nuestro país se utiliza fundamentalmente como grano y para la alimentación animal, sin embargo, ha comenzado a difundirse el uso de sorgo sin tanino condensados para la alimentación humana, por su calidad y por complementar o reemplazar a otros cereales en la elaboración de subproductos. El grano de sorgo aporta vitaminas del complejo B, E, D y K y posee una importante capacidad antioxidante (Duodu *et al.* 2003, Paterson 2008).

El sorgo granífero es un cultivo de gran importancia para las rotaciones o secuencias de los diferentes sistemas de producción, debido al aporte de rastrojos voluminosos al suelo. Además, contribuye a que los niveles de materia orgánica de los suelos no disminuyan notoriamente como cuando no se lo tiene como integrante de las diferentes secuencias de Cultivos (Simili *et al.* 2008) . Es también un cultivo que tolera mejor que otros las deficiencias hídricas y se adapta a una amplia gama de condiciones de suelo, presentando así mismo una buena respuesta a la fertilización (Gontijo Neto *et al.* 2002).

Morfología del cultivo de sorgo.

Raíz, en condiciones favorables pueden llegar hasta 2 metros de profundidad, poseendo tres clases de raíces: laterales, adventicias y aéreas.

Tallo, pueden alcanzar entre 1 a 2 metros de altura dependiendo de su variedad, poseen nudos engrosados.

Hojas, tienen entre 7 hasta 24 hojas, alternas, opuesta y forma linear lanceoladas.

Flor, se encuentra en la parte superior de la planta y se agrupa en inflorescencia llamada panoja, estas pueden ser compactadas o semi compactadas teniendo una longitud entre 18 a 20 cm (Carrasco et al. 2011).

2.3 Taxonomía del cultivo de sorgo.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae

Tribu	andropogonea
Genero	<i>Sorghum</i>
Especie	<i>Sorghum bicolor</i>

2.4 Comportamiento fisiológico

Para el manejo adecuado de la fertilización del sorgo es necesario considerar los requerimientos de los principales nutrientes y la cantidad de los mismos que son exportados a través de sus granos. El sorgo requiere cantidades de nitrógeno por tonelada de grano producido similares al trigo (Silva *et al.* 2009).

Por otra parte, la gran demanda de N comienza a partir de V5 (20-30 días posteriores a la emergencia) hasta 10 días previos a la floración. Durante este período el cultivo toma alrededor del 70 % de los nutrientes requeridos. La buena provisión de N desde los primeros estados permitirá al cultivo un rápido crecimiento y una suficiente área foliar para interceptar la mayor cantidad de radiación y así transformarla en biomasa (Díaz-Franco *et al.* 2018).

Indica que el sorgo requiere del aporte de abundantes cantidades de nutrientes para su desarrollo ya que, la baja fertilidad del suelo es, uno de los factores que pueden limitar su producción. Deficiencias en nitrógeno a partir de la diferenciación del ápice reproductivo hasta floración, pueden causar abortos en las inflorescencias, mientras que si la deficiencia se produce después de la antesis se refleja un menor contenido de proteína del grano (Becquer *et al.* 2012) .

Además, suelos pobres en nitrógeno establecen plantas con un pobre sistema

radicular, traduciéndose en una reducción del rendimiento. Esto determina que el mejor momento de aplicar el nitrógeno es en el período previo a la de mayor exigencia, siendo ese momento entre los estadios de 6 hojas y 10 hojas. Las aplicaciones complementarias deberían realizarse siempre antes del estado de “panojamiento”, preferible dentro de los 30 días desde la emergencia, debido a que en este estadio se determina el tamaño de la panoja (Meurzet *et al.* 2012).

2.5 Fertilización edáfica

Los foliares, ejercen un efecto positivo sobre la salud de las plantas estos mejoran la disponibilidad de nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo, otro de los beneficios de los foliares es ayudar a mejorar la calidad de la cosecha y consecuentemente el rendimiento (Carrasco *et al.* 2011).

Nos aclara que la fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas para corregir deficiencias específicas de nutrientes en el mismo período de desarrollo del cultivo, o bien con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo (Fernández *et al.* 2015).

Estos mismos autores mencionan que la fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos. Sin embargo, los investigadores han demostrado que es factible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de los elementos mayores (N, P, K), actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar y en ningún caso substituir la fertilización al suelo.

Sin embargo, la investigación ha demostrado que es factible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de los elementos mayores (N, P, K), actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar y en ningún caso substituir la fertilización al suelo.

Esto se debe a que las dosis de aplicación que pueden administrarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación a los edáficos (Beancourt *et al.* 2005).

La disponibilidad de nutrientes para el cultivo depende de distintos factores entre los que destacan el tipo de suelo, las rotaciones, el cultivo antecesor, los sistemas de labranza y las condiciones ambientales. Entre los macronutrientes primarios están: el Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio, y los macronutrientes denominados secundarios serían: el Calcio, el Magnesio y el Azufre. Demanda de macronutrientes para unos rendimientos medios de producción del cultivo (Ciampitti y García 2007).

2.6 Momento de aplicación de los macronutrientes primarios.

Nutriente	Solubilidad	momento ideal de aplicación
nitrógeno	Alta	dosis baja: en siembra y hasta 5-6 hojas. dosis alta: ½ en siembra y ½ a las 5-6 hojas.
Fósforo	Baja	en siembra
Potasio	baja	en siembra

(Carrasco *et al.* 2011)

2.7 Deficiencias de macronutrientes.

Nitrógeno, en la etapa inicial esta deficiencia reduce el follaje, tallos delgados, causa clorosis primero en las hojas viejas y a medida que pasa el tiempo a las hojas nuevas, además presentando un color amarillento en las venas de las hojas (Carrasco *et al.* 2011).

Fosforo, sus efectos reducen todo el crecimiento de la planta como el nitrógeno, pero a diferencia su tonalidad es color verde oscuro en toda la planta y hojas erectas (Novoa *et al.* 2018).

Potasio, sus síntomas se presentan primero en las hojas viejas con un color rojizo sobre los bordes, después se va secando la punta de la hoja, esta deficiencia se va traslocando a las hojas nuevas (Larriva Coronel 2003).

Calcio, las puntas de las hojas jóvenes se pegan entre sí, las raíces secundarias son muy cortas con un color marrón oscuro y poco descompuesta (Reyes *et al.* 2013).

Magnesio, primero se amarillan desde los bordes hasta el centro las hojas, empezando desde las hojas bajas hasta las nuevas (Rodríguez y Flores 2004).

Azufre, tiene una tonalidad verde claro en las hojas nuevas y pocos síntomas en las hojas viejas (Rodríguez y Flores 2004).

2.8 Épocas y métodos de siembra

La siembra en época lluviosa inicia una vez que las condiciones de humedad del suelo sea la ideal para la germinación de la semilla. Sin embargo, cuando las precipitaciones son leves o moderadas, se recomienda realizar la siembra en áreas provistas de riego y la siembra se puede realizar en cualquier mes del año. El distanciamiento de siembra varía entre hileras de 0,50 m hasta 1 m, en suelos fértiles y zonas húmedas se siembran a menor distancia, en suelos pobres y zonas secas a mayor distanciamiento (Carrasco *et al.* 2011).

Estos mismos autores mencionan que se utiliza entre 12 a 15 kg de semillas / Ha. Las distancias entre hileras varían entre 0,50 a 1 metro dejando entre 20 a 25 semillas por metro lineal.

2.9 Problema fitosanitario.

Gusanos alambre (*Agriotes sp.*, *Conoderus sp.*) estas larvas miden de 2 a 3 cm de largo, color marrón – amarillento, se alimentan de semillas y tallos tiernos, pueden vivir de 4-6 años antes de empupar (Furlan 2004).

Pequeño barrenador (*Elasmopalpus lignosellus Zeller*) perteneciente a la familia noctidae, las hembras depositan en el suelo o cerca de los tallos, estas larvas se alimentan del tallo cerca del suelo su color es verde azulado con bandas oscuras en cada segmento. Se empupan solo en el suelo (Sandhu *et al.* 2011).

Oruga cogollera (*Spodoptera frugiperda* Smith) estos adultos miden de 40-45mm de longitud, las orugas varían de castaño oscuro a verde claro con dos puntos negros en cada anillo abdominal. Estas hembras depositan en el envés de la hoja depositan entre 50 a 100 huevos (Jeger *et al.* 2017).

Pulgón del Maíz (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) esta plaga succiona la savia, pero no posee saliva toxica, se encuentran en el cogollo y en la panoja, provocando excreciones azucaradas de esta manera dando origen a la fumagina. Esta plaga no es de tanta importancia económica (Medina-Ortega et al. 2009).

2.10 Tipos de sorgo

Granífero, Debe depender mucho de los factores edafo-climaticos para obtener su máxima rendimiento dependiendo del material que se utilizaran. Su destino es para las agroindustrias para el proceso de balanceados, exportación directa del grano, alimentación de aves o la alimentación de los humanos. En general aportan muchas energías al sistema de engorde intensivo (Giorda et al. 2016).

Silaje, El cultivo no llega a su madures fisiológica, se cosecha cuando la panoja esta lechosa, donde se aprovecha todas sus partes vegetativas, su destino es para el alimento del ganado, aportan poca proteína y energía (Giorda et al. 2016).

Diferido. Se trata de materia seca que varían su rendimiento entre 4000 – 9000 kg/Ha. Dependiendo el material genético (Domini 2010).

Este tipo de forraje ayuda bastante en el consumo animal en épocas invernales. Este tipo de forraje se utiliza más para vacas seca preñada hasta la parición (Domini 2010).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción de sitio experimental

El trabajo experimental se ejecutó en la finca “COMARGARA S.A. “propiedad del Sr. Marco Pineda, en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno – Guayas. El sitio experimental se encuentra localizado entre las coordenadas (UTM) 656666 E y 9783501 N, con una altura de 7 msnm¹.

La zona presenta un clima tropical, con una temperatura media anual de 25,5 °C, precipitación anual 855,1 mm, humedad relativa de 81 %². El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular.

3.2 Material genético de siembra

Como material de siembra se utilizará el híbrido **P83G19**³.

Ciclo vegetativo:	120 días
Días a la floración:	70-80 días
Altura de la planta:	1,2 m
Acame de raíz y tallo:	Resistente
Color de grano:	Marrón Claro
Rendimiento:	5-6 Ton/ha.
Niveles de tolerancia al pulgón	alta

3.3 Factores por estudiar

¹ Datos tomados de GPS OsmAPS, 2018.

² Fuente: Datos obtenidos de la estación Meteorológica INAHMI-Milagro, 2018.

³ Fuente: www.ecuaquimica.com

Variable dependiente: Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de sorgo.

Variable independiente: Dosis adecuadas y época de aplicación de fertilizantes edáficos.

3.4 Métodos

Se utilizaron los métodos: inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y experimental.

3.5 Tratamientos

#	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Eae* (dds)**	Raizone (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)	Eaf*** (dds)
T1	120-60-90-25-20	0-25-35	0,50	1,00	15-25-35
T2	120-60-90-25-20	0-25-35	0,75	1,50	15-25-35
T3	120-60-90-25-20	0-25-35	1,00	2,00	15-25-35
T4	100-40-70-20-15	0-25-35	0,50	1,00	15-25-35
T5	100-40-70-20-15	0-25-35	0,75	1,50	15-25-35
T6	100-40-70-20-15	0-25-35	1,00	2,00	15-25-35
T7	80-20-50-15-10	0-25-35	0,50	1,00	7-15-25
T8	80-20-50-15-10	0-25-35	0,75	1,50	7-15-25
T9	80-20-50-15-10	0-25-35	-	2,00	7-15-25
TC	120-0-0-0-0	0-25	-	N.A	N.A
TA	Testigo absoluto	N.A		N.A	N.A

Eae* = Época de aplicación de tratamientos edáficos

dds*** = Días después de la siembra

Eaf*** = época de aplicación de tratamientos foliares

TC= Testigo convencional

TA= Testigo absoluto

3.6 Diseño experimental

La distribución de los tratamientos se realizó en bloques completos al azar con 3 repeticiones. Las comparaciones de las medias de los tratamientos se realizaron mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.7 Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	10
Bloques	2

Error	20
Total	32

3.8 Manejo del ensayo.

3.8.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se la realizo con un pase arado y dos pases de rastra en sentidos opuestos, con el objetivo de obtener un alto porcentaje de germinación.

3.8.2 Siembra

La siembra se realizó de forma manual a un distanciamiento de 0,50 m entre hileras y 9-10 plantas por metro lineal, obteniendo un promedio de densidad 190 000 plantas/ha.

3.8.3 Control de malezas

Las malezas se controlaron en preemergencia aplicando Atrazina 1,0 kg/ha + Paraquat 1,0 L/ha. Las malezas se controlaron manualmente dentro de las parcelas y entre calle de cada tratamiento con paraquat en dosis de 1,0 L/ha.

3.8.4 Control fitosanitario

Se realizó primero un monitoreo para verificar la incidencia de plagas y enfermedades, se encontró ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para este control se aplicó Cypermetrina 0,3 L/ha. a los 8 y 20 dds. Para el manejo preventivo de enfermedades se aplicó Rozzo 500cc/ha a los 35 días después de la siembra.

3.8.5 Riego

El cultivo de sorgo se realizó en época secano en función de la necesidad hídrica, además cuenta con riego sub foliar en caso que se requiera.

3.8.6 Fertilización edáfica.

El programa de fertilización se basó en niveles de rendimiento según escalas del IPNI (IPNI, s.f.) kg/t = N 30 – P 4,4 – K 20,8 – Mg 4,5 – S 3,7,

- ✓ 0 dds. N 40 % – P 100 % - K 50 % - Mg 100 % - S 100 %
- ✓ 25 dds. N 40 % - K 50 %

✓ 35 dds. N 20 %

Los fertilizantes edáficos fueron Urea (46 % N), Sulfato de Amonio (20,5 N + 24 S), DAP (18 % N + 46 % P₂O₅), muriato de potasio (60 % K₂O), oxido de magnesio (91 % Mg). La fertilización edáfica se aplicó de manera manual con espeque a 10 cm de las plantas.

3.8.7 Fertilización foliar.

Los fertilizantes foliares que se aplicaron fueron raizone mas microrhiz, en donde la dosis fueron diferentes dependiendo el tipo de tratamiento 0,5 L/ha hasta 2 l/ha.

3.8.8 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente en cada unidad experimental cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica y posteriormente a su desgrane.

3.9 Variables por evaluarse

3.9.1. Altura de planta

Se utilizó un flexómetro a la cosecha, en 10 plantas al azar por tratamiento. Los datos se registraron desde el nivel del suelo hasta la última hoja emergida, se registraron en centímetros.

3.9.2. Días a la floración

Se evaluaron desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo obtuvo un 50 % de inflorescencias en cada unidad experimental, se emplearon 10 plantas al azar por tratamiento.

3.9.3. Días a la Maduración Fisiológica

Se evaluó desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo alcanzo el 95 % de secado de grano, en 10 plantas al azar por cada tratamiento.

3.9.4. Altura de inserción de la panoja

Se colectaron 10 plantas al azar por tratamiento, se midió desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera panoja comercial usando una cinta flexible, se registró en centímetros.

3.9.5. Diámetro de la panoja

En cada tratamiento al azar se seleccionaron 10 panojas, midiendo el ancho de la panoja en el tercio media de la misma, utilizando un calibrador, registrando en centímetros.

3.9.6. Longitud de la panoja

La longitud de la panoja se midió con un centímetro desde la base hasta la punta del mismo, seleccionado 10 panojas por tratamientos.

3.9.7. Peso de 100 granos

Se evaluó 100 granos por cada tratamiento, después se pesó en un abalanza de digital expresando en gramos.

3.9.8. Número de granos por panoja

En cada tratamiento se seleccionaron 10 panojas y se contabilizaron los granos sanos por cada panoja.

3.9.9. Rendimiento de grano

Después de cada cosecha en las unidades experimentales, se realizó el ajuste de humedad de grano al 15 %, se expresó en kg/ha con la aplicación de la siguiente formula⁴:

$$P_s = \frac{P_a(100 - h_a)}{(100 - h_d)}$$

Dónde:

P_s = Peso seco

P_a = Peso actual

h_d = Humedad deseada

h_a = Humedad actual

3.9.10. Análisis Económico

El rendimiento de grano en kg/ha y los costos de producción, dieron los valores para determinar las relaciones beneficio y utilidad generada de los tratamientos.

⁴ Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España

3.9.11. Productividad Parcial por nutriente

Estuvo basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final. Se utilizó con la ecuación:

$$PPF = \frac{R}{D}$$

Dónde:

PPF = Productividad parcial del factor

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente

D= Cantidad de la nutriente aplicada

IV RESULTADOS

4.1 Altura de planta

En el Cuadro 1 presenta la altura de planta como respuesta a la aplicación de diferentes niveles de fertilización en combinación de fertilizante foliar y microorganismos eficientes.

La altura de planta no presentó diferencia significativa entre sí. Sin embargo, el tratamiento 5 (100 kg N/ha – 40 kg/ha P – 70 kg/ha K – 20 kg/ha Mg – 15 kg/ha + 0,75 L/ha de Raizone + 1,5 L/ha de Micro-Rhiz) fue el que reportó plantas con mayor altura con 134,20 cm, siendo este valor muy próximo al registrado en el testigo absoluto. El coeficiente de variación fue 3,00 %.

4.2 Días a floración

En el Cuadro 1 presenta los días a floración del cultivo de sorgo como respuesta a la aplicación de diferentes niveles de fertilización en combinación de fertilizante foliar y microorganismos eficientes.

En la variable días a floración se observó que los tratamientos 1 (120 kg N/ha – 60 kg/ha P – 90 kg/ha K – 25 kg/ha Mg – 20 kg/ha + 0,50 L/ha de Raizone + 1,0 L/ha de Micro-Rhiz), 3 (120 kg N/ha – 60 kg/ha P – 90 kg/ha K – 25 kg/ha Mg – 20 kg/ha S + 1,00 L/ha de Raizone + 2,0 L/ha de Micro-Rhiz) y 7 (80 kg N/ha – 20 kg/ha P – 50 kg/ha K – 15 kg/ha Mg – 10 kg/ha + 0,50 L/ha de Raizone + 1,0 L/ha de Micro-Rhiz), reportaron la emisión floral a los 62,67 días, mientras que en el TA (testigo absoluto) la floración ocurrió a los 73,67 días. La diferencia observada fue significativa ($p < 0,01$). El coeficiente de variación fue 2,43 %.

Cuadro 1. Altura de planta y días a floración como respuesta a la fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en sorgo. Baquerizo Moreno, 2020.

#	Tratamientos			Altura de plantas (cm)	Días a floración
	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Raizone (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)		
1	120-60-90-25-20	0,50	1,0	129,80	62,67 d
2	120-60-90-25-20	0,75	1,5	131,17	66,33 bcd
3	120-60-90-25-20	1,00	2,0	131,22	62,67 d
4	100-40-70-20-15	0,50	1,0	132,03	63,67 cd
5	100-40-70-20-15	0,75	1,5	133,25	66,33 bcd
6	100-40-70-20-15	1,00	2,0	134,20	65,00 bcd
7	80-20-50-15-10	0,50	1,0	131,77	62,67 d
8	80-20-50-15-10	0,75	1,5	122,57	68,67 b
9	80-20-50-15-10	-	2,0	132,73	68,00 bc
TC	120-0-0-0-0	-	-	130,50	63,33 cd
TA	Testigo absoluto			131,39	73,67 a
Coeficiente de variación (%)				3,00	2,43
Nivel de significancia				Ns	**

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

ns: No significativo ($p > 0,05$),

** Altamente significativo ($p < 0,01$).

4.3 Diámetro de la panoja

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en las variables diámetro de panoja días a la maduración.

Respecto al diámetro de la panoja se evidenció que el tratamiento 1 y tratamiento 2 (120 kg N/ha – 60 kg/ha P – 90 kg/ha K – 25 kg/ha Mg – 20 kg/ha S + 0,75 L/ha de Raizone + 1,5 L/ha de Micro-Rhiz) obtuvieron los mayores diámetros con 5,52 cm y 5,21 cm respectivamente. Estos valores no fueron diferentes entre sí. El menor diámetro de panoja fue encontrado en el testigo absoluto con 3,89 cm, siendo este valor igual ($p > 0,05$) al tratamiento TC (testigo convencional) y al tratamiento 8 (80 kg N/ha – 20 kg/ha P – 50 kg/ha K – 15 kg/ha Mg – 10 kg/ha S + 0,75 L/ha de Raizone + 1,5 L/ha de Micro-Rhiz). El coeficiente de variación de esta variable fue 4,05 %.

4.4 Días a la maduración

En la variable días a maduración se observó que el TA con 131,33 días presentó el mayor número de días, seguido por el tratamiento 9 con 128,33 días y el tratamiento 5 con 128,00. Estos valores no fueron diferentes entre sí. Sin embargo, el tratamiento que reportó el menor número de días en la maduración fue el tratamiento 4 (100 kg N/ha – 40 kg/ha P – 70 kg/ha K – 20 kg/ha Mg – 15 kg/ha S + 0,50 L/ha de Raizone + 1,0 L/ha de Micro-Rhiz) con 121,67 días. El coeficiente de variación fue 1,25 %.

Cuadro 2. Diámetro de panoja y días a la maduración como respuesta a la fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo. Baquerizo Moreno, 2020.

Tratamientos					
#	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Raizo ne (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)	Diámetro de panoja(cm)	Días a maduración
1	120-60-90-25-20	0,50	1,0	5,52 a	125,33 bcd
2	120-60-90-25-20	0,75	1,5	5,21 ab	126,00 bcd
3	120-60-90-25-20	1,00	2,0	4,63 cd	123,33 cd
4	100-40-70-20-15	0,50	1,0	4,57 cd	121,67 d
5	100-40-70-20-15	0,75	1,5	4,81 bc	128,33 ab
6	100-40-70-20-15	1,00	2,0	4,62 cd	125,67 bcd
7	80-20-50-15-10	0,50	1,0	4,39 cde	123,00 cd
8	80-20-50-15-10	0,75	1,5	4,25 de	127,00 abc
9	80-20-50-15-10	-	2,0	4,44 cd	128,00 ab
TC	120-0-0-0-0	-	-	4,38 cde	122,67 cd
TA	Testigo absoluto			3,89 e	131,33 a
Coeficiente de variación (%)				4,05	1,25
Nivel de significancia				**	**

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

** Altamente significativo ($p < 0,01$).

4.5 Inserción de panoja

Los resultados obtenidos en las variables inserción de panoja y longitud de panoja son presentados en el Cuadro 3.

Respecto a la variable inserción de la panoja se registraron valores entre 144,67 cm y 161,55 cm, siendo estos valores diferentes ($p < 0,01$) entre si. La mayor altura de

inserción de la panoja fue registrada en el TA al igual que en el TC y tratamiento 9 (80 kg N/ha – 20 kg/ha P – 50 kg/ha K – 15 kg/ha Mg – 10 kg/ha S + 2,0 L/ha de Micro-Rhiz). La menor altura de inserción de panoja fue observada en el tratamiento 1. El coeficiente de variación fue 1,97 %.

4.6 Longitud de panoja

En la variable longitud de panoja se observó que el mayor valor fue obtenido en el tratamiento 1 con 30,35 cm, sin embargo, este valor no fue diferente ($p > 0,05$) de los tratamientos 2 (29,38 cm), 4 (28,52 cm), 3 (28,24 cm), 5 (28,09 cm) y 9 (28,07 cm). Por otro lado, la menor longitud de panoja fue reportada en el TA con 23,78 cm y fue igual a los valores obtenidos en los tratamientos 7 (25,84 cm), 8 (26,24 cm) y TC (26,29 cm). El coeficiente de variación fue 3,94 %.

Cuadro 3. Inserción de panoja y longitud de panoja como respuesta a la fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo. Baquerizo Moreno, 2020.

#	Tratamientos			Inserción de panoja (cm)	Longitud de panoja (cm)
	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Raizone (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)		
1	120-60-90-25-20	0,50	1,0	144,67 d	30,35 a
2	120-60-90-25-20	0,75	1,5	152,17 bcd	29,38 ab
3	120-60-90-25-20	1,00	2,0	149,47 bcd	28,24 abc
4	100-40-70-20-15	0,50	1,0	150,33 bcd	28,52 abc
5	100-40-70-20-15	0,75	1,5	151,67 bcd	28,09 abc
6	100-40-70-20-15	1,00	2,0	147,53 bcd	27,16 bc
7	80-20-50-15-10	0,50	1,0	152,17 bcd	25,84 cd
8	80-20-50-15-10	0,75	1,5	144,55 d	26,24 bcd
9	80-20-50-15-10	-	2,0	155,63 abc	28,07 abc
TC	120-0-0-0-0	-	-	157,07 ab	26,29 bcd
TA	Testigo absoluto			161,55 a	23,78 d
Coeficiente de variación (%)				1,97	3,94
Nivel de significancia				**	**

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

** **Altamente significativo ($p < 0,01$).**

4.7 Granos por panoja

Los resultados de las variables granos por panoja peso de 100 granos son presentados en el Cuadro 4.

En la variable grano por panoja, los mayores promedios fueron alcanzados en los tratamientos 1, 2 y 3 con 2352,14; 2187,09 y 2110,74 respectivamente. Estos valores no fueron diferentes entre sí. Sin embargo, los tratamientos 1 y 2 fueron diferente a los demás. El menor número de granos por panoja fue obtenido en el TA con 1127,72. El coeficiente de variación fue 5,65 %.

4.8 Peso de 100 granos

En la variable peso de 100 granos, el tratamiento 1 con 12,39 g obtuvo el mayor valor, sin embargo, este fue diferente ($p < 0,01$) del TC (12,08 g) y TA (9,77 g). El coeficiente de variación fue 0,86 %.

Cuadro 4. Granos por panoja y peso de 100 granos como respuesta a la fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo. Baquerizo Moreno, 2020.

#	Tratamientos			Granos por panoja	Peso de 100 granos (g)
	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Raizone (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)		
1	120-60-90-25-20	0,50	1,0	2352,14 a	12,39 a
2	120-60-90-25-20	0,75	1,5	2187,09 a	12,29 ab
3	120-60-90-25-20	1,00	2,0	2110,74 ab	12,28 ab
4	100-40-70-20-15	0,50	1,0	1844,25 bc	12,10 ab
5	100-40-70-20-15	0,75	1,5	1883,79 bc	12,21 ab
6	100-40-70-20-15	1,00	2,0	1832,73 bc	12,28 ab
7	80-20-50-15-10	0,50	1,0	1683,90 cd	12,22 ab
8	80-20-50-15-10	0,75	1,5	1527,15 d	12,16 ab
9	80-20-50-15-10	-	2,0	1753,82 cd	12,25 ab
TC	120-0-0-0-0	-	-	1698,02 cd	12,08 b
TA	Testigo absoluto			1127,72 e	9,77 c
Coeficiente de variación (%)				5,65	0,86
Nivel de significancia				**	**

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

** Altamente significativo ($p < 0,01$).

4.9 Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 5 se observan la producción del cultivo de sorgo como respuesta a la aplicación de diferentes niveles de fertilización edáfica, foliar y microorganismos eficientes.

Respecto a la variable producción, los mayores valores fueron obtenidos en los tratamientos 1, 2 y 3 con 5976,67, 5553,33 y 5356,67 kg/ha, respectivamente. Esos valores no son diferentes estadísticamente entre sí. La producción obtenida en el TC fue 4350,00 kg/ha, siendo este valor diferente apenas de los tratamientos 1, 2, 3 y TA. La menor producción fue reportada en el TA con 3156,67 kg/ha. El coeficiente de variación fue 5,21 %.

Cuadro 5. Producción (kg/ha) como respuesta a la fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo. Baquerizo Moreno, 2020.

#	Tratamientos			Producción (kg/ha)
	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Raizone (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)	
1	120-60-90-25-20	0,50	1,0	5976,67 a
2	120-60-90-25-20	0,75	1,5	5553,33 a
3	120-60-90-25-20	1,00	2,0	5356,67 ab
4	100-40-70-20-15	0,50	1,0	4676,67 bc
5	100-40-70-20-15	0,75	1,5	4770,00 bc
6	100-40-70-20-15	1,00	2,0	4636,67 c
7	80-20-50-15-10	0,50	1,0	4253,33 c
8	80-20-50-15-10	0,75	1,5	4200,00 c
9	80-20-50-15-10	-	2,0	4420,00 c
TC	120-0-0-0-0	-	-	4350,00 c
TA	Testigo absoluto			3156,67 d
Coeficiente de variación (%)				5,21
Nivel de significancia				**

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

** Altamente significativo ($p < 0,01$).

4.10 Eficiencia agronómica

En el Cuadro 6 se presenta la eficiencia agronómica del N, P y K como respuesta a los tratamientos estudiados.

Respecto a la eficiencia agronómica del N, los tratamientos 1, 2 y 3 con 23,50 kg, 19,97 kg y 18,33 kg respectivamente, presentaron la mayor producción de granos de

sorgo por kg de N aplicado. Estos valores no fueron diferentes entre sí. La menor eficiencia agronómica fue observada en el TC con 9,94 kg, sin embargo, este valor fue diferente apenas de los tratamientos antes mencionados. El coeficiente de variación fue 14,23 %.

En la eficiencia agronómica del P, se evidenció que los tratamientos 9, 7, 8 y 1 con 63,17 kg, 54,83 kg, 52,17 kg y 47,00 kg, en su orden, fueron más eficientes por cada kg de P aplicado. Estos valores no difieren estadísticamente entre sí. El coeficiente de variación fue 16,28 %.

En la eficiencia agronómica del K, se observó que el tratamiento 1 con 31,33 kg obtuvo el mayor valor por cada kg de K aplicado/ha. Sin embargo, este valor no fue diferente de los reportados en los tratamientos 2 (26,63), 9 (25,27), 3 (24,44) y 5 (23,05). El coeficiente de variación fue 13,35 %.

Cuadro 6. Eficiencia agronómica de N, P y K (kg/kg) como respuesta a la fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo.

#	Tratamientos			Eficiencia agronómica por nutriente (kg/kg)		
	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Raizone (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)	N	P	K
1	120-60-90-25-20	0,50	1,0	23,50 a	47,00 ab	31,33 a
2	120-60-90-25-20	0,75	1,5	19,97 ab	39,94 b	26,63 ab
3	120-60-90-25-20	1,00	2,0	18,33 abc	36,67 b	24,44 ab
4	100-40-70-20-15	0,50	1,0	15,20 bcd	38,00 b	21,71 b
5	100-40-70-20-15	0,75	1,5	16,13 bcd	40,33 b	23,05 ab
6	100-40-70-20-15	1,00	2,0	14,80 bcd	37,00 b	21,14 b
7	80-20-50-15-10	0,50	1,0	13,71 bcd	54,83 ab	21,93 b
8	80-20-50-15-10	0,75	1,5	13,04 cd	52,17 ab	20,87 b
9	80-20-50-15-10	-	2,0	15,79 bcd	63,17 a	25,27 ab
TC	120-0-0-0-0	-	-	9,94 d	-	-
TA	Testigo absoluto	-	-	-	-	-
Coeficiente de variación (%)				14,23	16,28	13,35
Nivel de significancia				**	**	*

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

* Significativo ($p < 0,05$). ** Altamente significativo ($p < 0,01$).

En el Cuadro 7 se presenta la eficiencia agronómica de Mg y S como respuesta a los tratamientos estudiados.

Respecto a la eficiencia agronómica de Mg, los tratamientos 1 (112,80), 2 (95,87), 3 (88,00) y 9 (84,22) obtuvieron los mayores rendimientos por kg de Mg aplicado/ha. Estos valores no son diferentes ($p > 0,05$) entre sí. El coeficiente de variación fue 13,14 %.

En relación a la producción de sorgo por kg de S/ha se observó que los valores varían entre 98,67 y 141 kg/ha. Sin embargo, esa diferencia encontrada no es estadísticamente significativa. El coeficiente de variación fue 13,74 %.

Cuadro 7. Eficiencia agronómica de Mg y S (kg/kg) como respuesta a la fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo.

Tratamientos				Eficiencia agronómica (kg/kg)	
#	Edáfico N-P-K-Mg-S (kg/ha)	Raizone (L/ha)	Micro-Rhiz (L/ha)	Mg	S
1	120-60-90-25-20	0,50	1,0	112,80 a	141,00
2	120-60-90-25-20	0,75	1,5	95,87 ab	119,83
3	120-60-90-25-20	1,00	2,0	88,00 ab	110,00
4	100-40-70-20-15	0,50	1,0	76,00 b	101,33
5	100-40-70-20-15	0,75	1,5	80,67 b	107,56
6	100-40-70-20-15	1,00	2,0	74,00 b	98,67
7	80-20-50-15-10	0,50	1,0	73,11 b	109,67
8	80-20-50-15-10	0,75	1,5	69,56 b	104,33
9	80-20-50-15-10	-	2,0	84,22 ab	126,33
TC	120-0-0-0-0	-	-	-	-
TA	Testigo absoluto	-	-	-	-
Coeficiente de variación (%)				13,14	13,74
Nivel de significancia				**	ns

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

** Altamente significativo ($p < 0,01$). ns: No significativo ($p > 0,05$).

4.11 Análisis económico

Cuadro 8. Costos fijos/ha.

Actividad	Unidad/ jornal	Costo unitario (\$)	Valor total (\$)
Preparación del terreno			
Arado	1	25	25
Rastra	2	25	50
Semillas	Funda de 15 libras.	60	60
Siembra	Jornal	12	24
Raleo	Jornal	12	24
Insecticidas-fungicidas			
Cypermtrina	L	10	10
Rozzo	L	10	10
Aplicación del producto	Jornal	12	24
Control de malezas			
Paraquat	L	5	10
Atarzina	Kg	12	12
Aplicación del producto	Jornal	12	24
Manual	Jornal	12	48
Cosecha			
Manual	Jornal	12	36
Desgranada	Jornal	12	48
terreno			
Alquiler	Ha.	150	150
Total			555

Cuadro 9. Análisis económico de los tratamientos

Tratamientos	Rend. (Kg/Ha)	Sacos 100 libras	Valor de producción	Costos fijos	Variables				Cosecha - transporte	Total	Beneficio neto
					Fert.	Foliar	Aplicación				
T1	5976,67	131,48	1709,24	555,00	232,00	47,50	36,00	328,70	1199,20	510,04	
T2	5553,33	122,17	1588,21	555,00	232,00	71,00	36,00	305,42	1199,42	388,79	
T3	5356,67	117,84	1531,00	555,00	232,00	95,00	36,00	294,60	1212,60	319,00	
T4	4676,67	102,88	1337,44	555,00	191,92	47,50	24,00	257,00	1075,42	262,02	
T5	4770,00	104,94	1364,22	555,00	191,92	71,00	24,00	262,35	1104,27	259,95	
T6	4636,67	102,00	1326,08	555,00	191,92	95,00	24,00	255,00	1120,92	205,16	
T7	4253,33	93,57	1216,45	555,00	132,00	47,50	24,00	233,90	992,40	224,05	
T8	4200,00	92,40	1201,20	555,00	132,00	71,00	24,00	231,00	1013,00	188,20	
T9	4420,00	97,24	1264,12	555,00	132,00	70,00	24,00	243,00	1024,00	240,12	
TC	4350,00	95,70	1244,10	555,00	100,00	-----	24,00	239,25	918,25	325,00	
TA	3156,67	69,44	902,80	555,00	-----	-----	-----	173,60	728,60	174,20	

V CONCLUSIONES

- ✓ El tratamiento T6 Nitrógeno 100 – fosforo 40 – potasio 70 – magnesio 20 – azufre 15, Raizone l/ha + micro- Rhiz 2 l/Ha, demostró una mejor altura de plantas con un promedio de 134,20 cm.
- ✓ Los días a maduración fisiológica que registro mayor promedio fue el testigo absoluto con 131 dds, observando un retraso fisiológico, al contrario, con el T4 Nitrógeno 100 – fosforo 40 – potasio 70 – magnesio 20 – azufre 15, Raizone 0,5L/Ha + micro- Rhiz 1L/Ha. Su madures fisiológica fue de 121 dds
- ✓ La mayor longitud de la panoja 30,35 cm fue del T 1 con dosis de Nitrógeno 120 – fosforo 60 – potasio 90 – magnesio 25 – azufre 20, Raizone 0,5L/Ha + micro- Rhiz 1L/Ha
- ✓ En la variable de granos/panoja fue el T1 Nitrógeno 120 – fosforo 60 – potasio 90 – magnesio 25 – azufre 20, Raizone 0,5L/Ha + micro- Rhiz 1L/Ha, dando como resultado 2352,14 granos /panoja a diferencia con el testigo absoluto 1127,72 granos/panoja logrando una diferencia de 1224,42 granos/panoja.
- ✓ La mayor producción fue el T1 con dosis de Nitrógeno 120 – fosforo 60 – potasio 90 – magnesio 25 – azufre 20, Raizone 0,5L/Ha + micro- Rhiz 1L/Ha, obteniendo 5976,67 Kg/Ha. Que es igual a 131 quintales.
- ✓ Se logró obtener mayor rentabilidad en los tratamientos T1-T2-T10 con beneficios de \$ 510-\$388,79 – 325.

VI RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar programas de fertilización en base al análisis de suelos y requerimiento del híbrido.
- ✓ Efectuar las aplicaciones de fertilizantes edáficos y foliares con un programa de fertilización: Nitrógeno 120 kg/ha– fosforo 90 kg/ha – potasio 90 kg/ha – magnesio 25 kg/ha – azufre 20 kg/ha, Raizone 0,5 l/ha + microRhiz 1,0 l/ha.
- ✓ Desarrollar otros trabajos experimentales de campo en diferentes zonas de siembra con otros híbridos de Sorgo y diferentes fuentes de fertilizantes.

VII RESUMEN

El trabajo experimental se ejecutó en la finca “Comargara S.A. “propiedad del Sr. Marco Pineda, en el cantón Jujan – Guayas. las coordenadas UTM son 656666.814 E y 9783501.198 N, con una altura de 7 msnm. La zona presenta un clima tropical, con una temperatura media anual de 25,5 °c, precipitación anual 855.1 mm, humedad relativa de 81%. el suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular. El material que se utilizó para la siembra fue p83g19 semilla certificada, se realizó 10 tratamientos con tres repeticiones más el testigo absoluto, el diseño que se aplicó fue Bloques completos al azar con 3 repeticiones. Los tratamientos estudiados consistieron en la combinación de 3 niveles de fertilización con N, P, K, Mg y S, + 3 niveles de Raizone + 3 niveles de Micro – Rhiz. Las variables evaluadas fueron altura de planta, días a la floración, días a la maduración, altura de inserción de la panoja, diámetro y longitud de la panoja, peso de 100 granos, granos por panoja, rendimiento de grano y productividad parcial por nutriente. El nivel de fertilizantes edáficos conformado por 100-40-70-20-15 (kg/ha) de N, P, K, Mg, S, respectivamente presentaron las plantas con mayor altura y la maduración fisiológica en el testigo absoluto se observó a los 131 días después de la siembra. El tratamiento conformado por 120-60-90-25-20 (kg/ha) de N, P, K, Mg, S, en su orden presentaron los mejores resultados en las variables longitud de la panoja, número de granos por panoja y rendimiento. Ante lo expuesto, se recomienda Efectuar las aplicaciones de fertilizantes edáficos y foliares con un programa de fertilización: Nitrógeno 120 kg/ha– fosforo 90 kg/ha – potasio 90 kg/ha – magnesio 25 kg/ha – azufre 20 kg/ha, Raizone 0,5 l/ha + microRhiz 1,0 l/ha.

Palabras Claves: Fertilización, Producción, Sorgo, Biofertilizantes.

VIII SUMMARY

The experimental work was carried out at the "Comargara S.A. "Property of Mr. Marco Pineda, in the Jujan - Guayas canton. the UTM coordinates are 656 666.814 E and 9783501.198 N, with a height of 7 meters above sea level. The area has a tropical climate, with an average annual temperature of 25.5 ° C, annual precipitation 855.1 mm, relative humidity of 81%. the soil is deep with clay texture, drainage and regular fertility. The material that was used for the sowing was p83g19 certified seed, 10 treatments were carried out with three repetitions plus the absolute control, the design that was applied was complete random blocks with 3 repetitions. The treatments studied consisted of the combination of 3 levels of fertilization with N, P, K, Mg and S, + 3 levels of Raizone + 3 levels of Micro-Rhiz. The variables evaluated were plant height, days to flowering, days to maturation, height of insertion of the panicle, diameter and length of the panicle, weight of 100 grains, grains per panicle, grain yield and partial productivity per nutrient. The level of edaphic fertilizers made up of 100-40-70-20-15 (kg / ha) of N, P, K, Mg, S, respectively, showed the plants with the highest height and the physiological maturation in the absolute control was observed at 131 days after sowing. The treatment consisting of 120-60-90-25-20 (kg / ha) of N, P, K, Mg, S, in their order, presented the best results in the variables of panicle length, number of grains per panicle and performance. Given the above, it is recommended to apply soil and foliar fertilizers with a fertilization program: Nitrogen 120 kg / ha - phosphorus 90 kg / ha - potassium 90 kg / ha - magnesium 25 kg / ha - sulfur 20 kg / ha, Raizone 0.5 l / ha + microRhiz 1.0 l / ha.

Keywords: Fertilization, Yield, Sorghum, Biofertilizer.

IX BIBLIOGRAFIA

- Agrotendencia. 2018. Agrotendencia.tv: El Cultivo de Sorgo - Descubre como establecer un cultivo de sorgo (en línea, sitio web). Consultado 7 sep. 2020. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-sorgo/>.
- Awika, JM; Rooney, LW. 2004. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.04.001>.
- Beancourt, M; Rodríguez, M; Sandoval, M; Gaytán, E. (2005). LA NUTRICION FOLIAR. Chapingo, s.e.
- Becquer, CJ; Napoles, JA; Fajardo, NF; Palmero, LA; Avila, U; Alvarez, O; Ramos, Y; Quintana, M; Galdo, Y; Vega, S. 2012. Efecto de la inoculacion con Bradyrhizobium sp. y de la fertilizacion nitrogenada en dos variedades de sorgo grano (Sorghum bicolor L. Moench). Pastos y Forrajes .
- Carlesso, A; Prado, WDS; Heinz, R; Suzuke, R; Kenji, A; Davide, LMC; Gonçalves, MC; Morais, HS De; Amaral, VC; Estevão, WL. 2012. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012. Xxix Congresso Nacional De Milho E Sorgo .
- Carrasco, N; Zamora, M; Melin, A. 2011. MANUAL DE SORGO Ediciones Publicaciones regionales Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (en línea). s.l., s.e. 112 p. Consultado 16 sep. 2020. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_sorgo_renglon_191.pdf.
- _____. 2011. MANUAL DE SORGO Ediciones Publicaciones regionales Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (en línea). s.l., s.e. Consultado 7 sep. 2020. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_sorgo_renglon_191.pdf.
- Ciampitti, IA; García, FO. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, oleaginosas e industriales (en línea). Informaciones Agronómicas del Cono Sur 33(11):13-16. Consultado 7 sep. 2020. Disponible en <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1081>.
- Díaz-Franco, A; Aguado-Santacruz, A; Rosas-Quijano, R; Vázquez-Ovando, A; Gálvez-López, D. 2018. Cepas Microbianas Con Potencial Para Sustituir La

- Fertilización Inorgánica De Sorgo Dulce (*Sorghum Bicolor*). Revista Internacional de Contaminacion Ambiental . DOI: <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.03.04>.
- Domini, S. 2010. Ensilado de maíz y sorgo. Silo aéreo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria .
- Duodu, KG; Taylor, JRN; Belton, PS; Hamaker, BR. 2003. Factors affecting sorghum protein digestibility. s.l., s.e. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(03\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(03)00016-X).
- Dykes, L; Rooney, LW. 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.06.007>.
- Fernández, V; Sotiropoulos, T; Brown, P. 2015. (PDF) Fertilización Foliar: Principios Científicos y Prácticas de Campo (en línea). . Consultado 16 sep. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/283908842_Fertilizacion_Foliar_Principios_Cientificos_y_Practicas_de_Campo.
- Furlan, L. 2004. The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae). Journal of Applied Entomology . DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00914.x>.
- García V, ME; Cando Pacheco, S; Fern, R; Arguelles, A; Cando Garc, K. 2017. los biocombustibles: análisis de los cultivos energéticos y la biomasa lignocelulosica. Nº .
- Giorda, L; Ludueña, M; Alverani, D; Camilloni, M; Batisoco, W. 2016. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (en línea). Ministerio de agroindustria :4339. Consultado 7 sep. 2020. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/variedades-de-sorgo-para-cada-utilizacion-y-su-manejo>.
- Gontijo Neto, MM; Obeid, JA; Pereira, OG; Cecon, PR; Cândido, MJD; Miranda, LF. 2002. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. Revista Brasileira de Zootecnia . DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982002000700006>.
- Halevy, AH; Eastin, JD; Lee, K-W. 2020. Sorghum Bicolor. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781351072564-48>.
- Jeger, M; Bragard, C; Caffier, D; Candresse, T; Chatzivassiliou, E; Dehnen-

- Schmutz, K; Gilioli, G; Gregoire, JC; Jaques Miret, JA; Navarro, MN; Niere, B; Parnell, S; Potting, R; Rafoss, T; Rossi, V; Urek, G; Van Bruggen, A; Van der Werf, W; West, J; Winter, S; Gardi, C; Aukhojee, M; MacLeod, A. 2017. Pest categorisation of *Spodoptera frugiperda*. EFSA Journal . DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4927>.
- Larriva Coronel, I. 2003. Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y plantas. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida . DOI: <https://doi.org/10.17163/lgr.n2.2003.09>.
- Lins, RDAU; Dantas, EM; Lucena, KCR; Catão, MHCV; Granville-Garcia, AF; Carvalho Neto, LG. 2010. Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. Anais Brasileiros de Dermatologia . DOI: <https://doi.org/10.1590/s0365-05962010000600011>.
- Medina-Ortega, KJ; Bosque-Perez, NA; Ngumbi, E; Jiménez-Martínez, ES; Eigenbrode, SD. 2009. *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) responses to volatile cues from barley yellow dwarf virus-infected wheat. Environmental Entomology . DOI: <https://doi.org/10.1603/022.038.0337>.
- Meurzet, N; Ortiz, D; Vega, CRC. 2012. Desarrollo de modelos alométricos en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) bajo diferentes condiciones hídricas y de fertilidad. s.l., s.e. .
- Novoa, MA; Miranda, D; Melgarejo, LM. 2018. Efecto de las deficiencias y excesos de fósforo, potasio y boro en la fisiología y el crecimiento de plantas de aguacate (*Persea americana*, cv. Hass). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas . DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.8092>.
- Paterson, AH. 2008. Genomics of sorghum. International Journal of Plant Genomics . DOI: <https://doi.org/10.1155/2008/362451>.
- Reyes, AJ; Álvarez-Herrera, JG; Fernández, JP. 2013. Papel del calcio en la apertura y el cierre estomático y sus interacciones con solutos compatibles. Una revisión. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas . DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2013v7i1.2040>.
- Rodriguez, M; Flores, V. (2004). ELEMENTOS ESENCIALES Y BENEFICIOSOS . s.l., s.e.
- Saborío, F. 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. s.l., s.e.
- Sandhu, HS; Nuessly, GS; Cherry, RH; Gilbert, RA; Webb, SE. 2011. Effects of *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) damage on sugarcane

yield. *Journal of Economic Entomology* . DOI:

<https://doi.org/10.1603/EC10172>.

Silva, PCG da; Foloni, JSS; Fabris, LB; Tiritan, CS. 2009. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* . DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2009001100019>.

Simili, FF; Reis, RA; Furlan, BN; Paz, CCP de; Lima, MLP; Bellingieri, PA. 2008. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica. *Ciência e Agrotecnologia* . DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-70542008000200020>.