



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:

Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*), sometido a diferentes niveles de nitrógeno y potasio en la zona de Babahoyo.

AUTOR:

Carlos Alberto León Soto

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon Darlin López Izurieta, MSc.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2020

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a Dios a mi padre que está en el cielo el cual me enseñó que siempre hay que luchar que no hay q rendirse a mi madre, mi familia y mi novia.

A mi madre y a mis tías que estuvieron apoyándome en todo momento como si fueran una madre para mí, por su comprensión, paciencia, consejos que me ayudaron a seguir adelante enfrentando momentos difíciles, ayudándome a cumplir muchas metas.

A mi novia que siempre me brindo confianza y apoyo incondicional.

Agradecimiento

A Dios en primer lugar por brindarme vida, sabiduría y haberme llenado de mucha fe y confianza

A la Universidad Técnica de Babahoyo, a la facultad de ciencias agropecuarias y en especial a la escuela de ingeniería agronómica, por haberme instruido profesionalmente durante toda mi carrera.

A mis catedráticos que me impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida estudiantil y que me ayudaron de una u otra forma para hacer posible la realización de la tesis.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.4. Objetivos	2
1.4.1. General	2
1.4.2. Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental.....	15
3.2. Material genético	15
3.3. Variables estudiadas	15
3.4. Métodos	16
3.5. Tratamientos	16
3.6. Diseño experimental.....	16
3.7. Análisis de varianza.....	17
3.7.1. Características del área experimental	17
3.8. Manejo del ensayo	17
3.8.1. Preparación del suelo	17
3.8.2. Siembra.....	18
3.8.4. Control fitosanitario.....	18
3.8.5. Riego.....	18
3.8.6. Fertilización	18
3.8.7. Cosecha	19
3.9. Variables evaluadas.....	19
3.9.1. Días a la floración.....	19
3.9.2. Clorofila	19
3.9.3. Altura de planta a cosecha	19
3.9.4. Días a la cosecha	19
3.9.5. Diámetro del tallo	19
3.9.6. Índice de área foliar	20
3.9.7. Longitud de la espiga	20
3.9.8. Peso de mil granos.....	20
3.9.9. Rendimiento por hectárea	20
3.9.10. Análisis económico.....	21

3.9.11. Eficiencia agronómica por nutriente.....	21
IV. RESULTADOS	22
4.1. Días a floración	22
4.2. Porcentaje de clorofila	23
4.3. Altura de planta	23
4.4. Días a cosecha.....	25
4.5. Diámetro del tallo	26
4.6. Índice de área foliar	27
4.7. Longitud de espiga	28
4.8. Peso de 1000 granos	29
4.9. Rendimiento	30
4.10. Análisis económico.....	31
4.11. Eficiencia del fertilizante	33
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES.....	35
VII. RESUMEN	36
VIII. SUMMARY	37
IX. BIBLIOGRAFIA.....	38
ANEXOS.....	42

I. INTRODUCCIÓN

El Sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) es uno de los alimentos básicos para la población más pobre del mundo, que es también la que padece una situación de mayor inseguridad alimentaria. Desde el punto de vista genético, este cultivo se adapta bien a un entorno agroecológico cálido y seco en el que resulta difícil cultivar otros cereales alimentarios. Son también lugares que sufren frecuentes sequías. En muchas de esas zonas agroecológicas, el cultivo del sorgo cumple una doble finalidad, ya que tanto al grano como a la paja se les concede un alto valor nutritivo. En muchas zonas del mundo en desarrollo, la paja representa hasta el 50 por ciento del valor de la cosecha, especialmente en los años de sequía sus raíces sirven como nutriente natural para que los suelos se mantenga fértiles, su ciclo de producción es de unos 140 días y por cada planta pueden darse hasta tres rebrotes de allí una hectárea puede producir hasta 9 toneladas de fruto.

Alrededor del 90 por ciento de la superficie dedicada al cultivo del sorgo y el 70 por ciento de la producción corresponden a los países en desarrollo. Tanto Asia como África aportan el 25-30 por ciento de la producción mundial en su mayor parte, el cultivo del sorgo se realiza en pequeñas explotaciones agrícolas familiares que practican una agricultura de mera subsistencia. En África predomina un sistema de cultivo extensivo, de baja productividad y escasos insumos. Generalmente, la producción es más intensiva en Asia, donde está más extendido el empleo de fertilizantes y de semillas mejoradas (FAO 2018).

En la actualidad, el sorgo es muy requerido en el mercado industrial del país y la proyección a corto plazo es que los agricultores comiencen a familiarizarse con este cultivo ya que también es una fuente de ingresos económicos, en la actualidad en el Ecuador de siembra alrededor de unas 100 has de sorgo obteniendo rendimientos favorables.

La aplicación de nutrientes sobre el suelo de manera edáfica es de mucha importancia en todos los métodos de producción de cualquier cultivo. El contenido de estos elementos es fundamental para el desarrollo y producción de los mismos.

El desconocimiento del comportamiento de la planta según las dosis de fertilizantes sobre el cultivo de sorgo por parte de los agricultores puede influenciar directamente sobre la producción general del cultivo afectando la rentabilidad del mismo (El Telégrafo 2019).

El bajo conocimiento sobre la eficiencia agronómica del cultivo de sorgo en relación a la fertilización de macronutrientes que afectan los rendimientos es uno de los principales problemas.

Por las razones antes expuestas, se justifica el presente trabajo de investigación para determinar la eficiencia agronómica en el campo con varias dosis de fertilizantes en el cultivo de sorgo.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con diferentes niveles de nitrógeno, fósforo, potasio en la zona de Babahoyo.

1.4.2. Específicos

- Conocer la respuesta fenológica de las plantas a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo, potasio durante su desarrollo y producción.
- Identificar la dosis adecuada de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de Sorgo.
- Realizar un análisis costo/beneficio de cada uno de los tratamientos en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Pérez et al. (2016) difunde que:

La necesidad mundial de aumentar de manera sostenible la producción de cereales como una alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria y cubrir las necesidades crecientes de los pueblos, ha propiciado que los productores busquen mayores rendimientos en las áreas improductivas utilizando especies que se adapten a esas condiciones.

Garrido et al. (2015) informa que:

El sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench, es un cultivo que reviste gran interés desde el punto de vista agrícola. Actualmente representa uno de los principales cereales que se produce en el país; sin embargo aún se continúa importando en grandes cantidades para cubrir la creciente demanda interna). La rápida expansión de la superficie dedicada al cultivo de sorgo y la introducción de híbridos susceptibles han cambiado el patrón de ocurrencia de las enfermedades, las cuales parecen ser el factor limitante de mayor importancia para la producción de sorgo granero.

Pérez et al. (2016) indica que:

El sorgo tropical (*Sorghum bicolor* L. Moench) presenta buena adaptabilidad y rendimientos aceptables, por lo que se le ha denominado «el cereal del siglo XXI». A nivel mundial, a principio de los sesenta una gran producción de sorgo se empleaba directamente en la alimentación humana; mientras que en la actualidad la utilización de sorgo para el consumo animal se ha duplicado. En Cuba es muy utilizado en la Agricultura Urbana para evitar la incidencia de plagas, según Rodríguez *et al.*

De acuerdo a Rebollar (2015):

En virtud de la gran importancia socioeconómica del sorgo en la economía agrícola y la fuerte dependencia externa de ese cultivo, es necesario cuantificar los efectos de la política cambiaria en el mercado interno del sorgo. La alta sensibilidad de los productos del grano a cambios en el precio

hace suponer que las depreciaciones moderadas disminuirían de manera sensible las compras externas de la gramínea.

Fontanetto y Keller (2015) manifiesta que:

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. 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.

En cuanto a la demanda de nutrientes por el sorgo granífero, la gran necesidad se da a partir de V5 (20-30 días posteriores a emergencia) y hasta 10 días previos a floración, período en el cual el cultivo toma aproximadamente el 70 % de los nutrientes requeridos. Por lo tanto una buena dieta desde los primeros estados de desarrollo producirá una cantidad de área foliar suficiente para interceptar la mayor cantidad de la radiación incidente y asegurar así una alta eficiencia para transformarla en biomasa (Fontanetto y Keller, 2015).

Garza et al. (2015) divulga que:

La degradación de los suelos ha sido evidente durante los últimos años, debido principalmente a la erosión, a la desertificación y al monocultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) lo que ha provocado la disminución de la materia orgánica, la disponibilidad de agua para las plantas y la fertilidad de los suelos, lo cual se ha reflejado en la baja producción y productividad de los cultivos. Aun en ese escenario, el productor por lo general no aplica fertilización química, siendo necesario de vital importancia aplicar fertilización edáfica adecuada en el cultivo.

Fontanetto y Keller (2015) explica que:

Algo importante que se debe considerar cuando entra el sorgo en la rotación y que es importante para cualquier secuencia de cultivos, son sus requerimientos de nutrientes. Si tomamos el caso del nitrógeno, el sorgo se está llevando del sistema más o menos la mitad del nitrógeno que absorbe y la otra mitad la está devolviendo al suelo con los rastrojos.

Barraco et al. (2015) expresa que:

La disponibilidad de nitrógeno (N) es uno de los factores que con mayor frecuencia, y en condiciones de adecuada disponibilidad hídrica, restringe el logro de altos rendimientos en los cultivos de maíz y sorgo. Estudios demuestran que los mayores rendimientos del cultivo se obtienen con una oferta de N (N suelo + N del fertilizante) de 140 kg ha⁻¹ y con una eficiencia de uso del N de alrededor de 30 kg grano kg⁻¹ de N aplicado.

Para Menjivar-Flores et al. (2015):

Los nutrientes en las plantas se convierten en los más importantes insumos para el incremento de los rendimientos, es así como el un buen manejo de la nutrición con el fin de incrementar las cantidades de nutrientes en los sistemas de producción, se ha convertido el principal desafío para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. En cualquier cultivo es fundamental la fertilización, esta puede ser orgánica o química, en ambos casos lo importante es obtener buena productividad.

Según Berti et al. (2018), se debe realizar una adecuada fertilización nitrogenada, potásica y fosforada, para asegurar rendimientos aceptables (alrededor de 3000 kg ha⁻¹), siendo la fertilización nitrogenada la que tiene mayor influencia.

Bueno-Jáquez et al. (2015) señalan que:

Para incrementar esta producción se requiere mejorar el manejo en número de plantas, fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica, entre otros factores. El N es esencial para la utilización de los carbohidratos, además de estimular el desarrollo y crecimiento de la planta; el P tiene su efecto más importante en la fotosíntesis, floración, fructificación, formación de

semilla, maduración del fruto y desarrollo de raíces; el K es un activador de las enzimas responsables de la síntesis de almidón, reducción de nitratos y degradación de azúcares, también incrementa la resistencia del cultivo a las enfermedades y aumenta el número de frutos.

Peña *et al.* (2015), considera que:

El exceso de nitrógeno conduce al aumento de la masa vegetativa, pero este aumento no es proporcional al aumento en la producción de carbohidratos, por lo que el suministro en exceso conduce a un elevado incremento de la paja y a la esterilidad de las espiguillas, lo que provoca un efecto negativo en el rendimiento final. En el arroz se reportan dos picos de absorción de nitrógeno, uno en el estado de máximo ahijamiento y otro en el desarrollo de la panícula. Durante el estado de madurez se requieren altos contenidos de nitrógeno porque los carbohidratos que se acumulan en los granos son sintetizados durante esta etapa.

Preciado *et al.* (2014) acota que:

La nutrición apropiada a partir de la siembra contribuye, en gran medida, al desarrollo de plántulas vigorosas y es uno de los factores más importantes en la producción de plántulas, en donde el nitrógeno y el potasio son los nutrimentos requeridos en mayor cantidad, especialmente en las etapas tempranas de crecimiento. El estado nutrimental de las plántulas en el momento del trasplante influye en el establecimiento y promueve una producción temprana.

Peña *et al.* (2015) estima que:

Con la aplicación de una dosis adecuada de nitrógeno aumenta la intensidad del ahijamiento y por tanto, el número de hijos por planta, sin embargo, las panículas se forman en los primeros hijos que se producen, ya que los hijos tardíos sólo conducen al alargamiento del ciclo de la planta. Por eso la aplicación de nitrógeno debe realizarse temprano, para favorecer la formación y desarrollo de los hijos productivos y también cuando se crean los fundamentos bioquímicos para la futura panícula. Este elemento influye positivamente en el volumen y superficie de absorción total y activa de las

raíces y en el aumento de clorofila en las hojas, contribuyendo a la intensificación de la fotosíntesis.

Salvagiotti *et al.* (2017) asegura que:

Uno de los objetivos de toda empresa agrícola es el de maximizar la eficiencia de uso de los insumos. En el caso de la fertilización con nitrógeno (N), la premisa es obtener el máximo rendimiento con la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Las aplicaciones excesivas de N no son deseables desde el punto de vista económico y ambiental, por lo tanto, las mismas deben adecuarse a las necesidades del cultivo en cada sistema en que este se desarrolla.

Berti *et al.* (2016) argumenta que:

El nitrógeno, al ser uno de los nutrientes requeridos para la formación de proteínas y ácidos nucleicos, es uno de los factores que limita el rendimiento. Las plantas absorben el nitrógeno tanto en la forma de nitrato como de amonio. Pero, en general, el nitrato constituye la fuente principal de nitrógeno para las plantas.

Ron y Loewy (2014) exponen que:

El nitrógeno y el fósforo son los nutrimentos del suelo con mayores deficiencias comprobadas en toda el área. Durante los últimos años la aplicación de N y P tuvo un lugar destacado dentro de las prácticas adoptadas. La selección de técnicas eficientes de uso del N, en interacción con el P, aporta a la sustentabilidad del sistema productivo. La aplicación fraccionada es una opción conveniente para la fertilización de base. Esta otorga mayor flexibilidad a la práctica, en términos de riesgo, dosis y calidad del grano, reduciendo las pérdidas potenciales.

Quiros y Ramírez (2015) relatan que:

Al igual que en otros cultivos, el nitrógeno (N) es el principal factor limitante en la producción agrícola. Su disponibilidad se considera esencial por ser un componente básico en todas las moléculas orgánicas involucradas en el

crecimiento y desarrollo vegetal. Las dos formas como el N puede ser absorbido por las plantas son amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-), principalmente obtenidas de los fertilizantes nitrogenados y la mineralización de los residuos de cosecha y la materia orgánica del suelo. En mayor proporción que en otros cultivos, la productividad del arroz depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción del N, tanto por su contribución directa como por permitir la absorción de otros nutrimentos.

Pilaloo *et al.* (2017) divulgan que:

La planta requiere varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Estos son los elementos mayores e incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, carbono, hidrógeno y oxígeno. Aquellos elementos que son requeridos en menores cantidades pero que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas son conocidos como elementos menores o trazas, e incluyen hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cloro y silicio.

Vargas-Rodríguez y Boschini-Figueroa (2015) comentan que:

El nitrógeno es uno de los elementos que estimula el crecimiento y la calidad de las gramíneas, por lo cual su adición es un requisito para la expresión de la productividad de éstas. Por otro lado, el fósforo forma parte de la molécula de ATP y por lo tanto es indispensable en todos los procesos metabólicos que involucran el aprovechamiento y acumulación de energía. El potasio es un catión de gran relevancia para las funciones metabólicas y fisiológicas de las plantas cuya deficiencia puede intervenir negativamente en la utilización de otros elementos.

El nitrógeno es un constituyente de las proteínas las cuales a su vez forman parte del protoplasma, de los cloroplastos y de las enzimas. El potasio también es esencial para activar enzimas tales como la que sintetiza el almidón. La absorción de nutrientes por la planta del arroz es afectada por varios factores que incluyen el suelo y sus propiedades, la cantidad y el tipo de fertilizantes aplicados, la variedad y el método de cultivo. El contenido de

nitrógeno, fósforo, azufre y demás elementos en las partes vegetativas es generalmente alto en las primeras etapas del crecimiento vegetativo y declina a medida que se llega a la madurez (Pilaloo *et al.* 2017).

Elizondo (2016) define que:

El nitrógeno es el nutriente más ampliamente utilizado en la fertilización agrícola, ya que las formas más disponibles en el suelo son generalmente insuficientes para satisfacer los requerimientos de las cosechas y cultivos. Es además el elemento encontrado en mayores cantidades en el estiércol, el cual durante muchos años ha sido utilizado como una forma para mejorar la fertilidad del suelo y la producción de los cultivos. Esta práctica, junto con la fijación de nitrógeno por parte de las leguminosas, eran los únicos medios de suplir nitrógeno y otros nutrientes al suelo.

Álvarez *et al.* (2015) reportan que:

Las funciones presentadas permiten estimar la rentabilidad de la fertilización, los rendimientos esperados y el ingreso neto para escenarios contrastantes de respuesta a N. Los antecedentes de rendimiento del sistema de interés pueden llevar a la decisión de elegir una u otra función. Sin embargo, factores ambientales no controlables, como la sanidad en trigo o las precipitaciones en maíz, pueden influir marcadamente en la respuesta a la fertilización produciendo una gran variabilidad de año en año. En consecuencia, es difícil predecir el rendimiento que se va a lograr al momento de decidir la dosis de N, ya que la elección de uno u otro escenario debe hacerse durante las fases iniciales del cultivo.

Giletto *et al.* (2015) definen que:

Tanto el exceso como la deficiencia de nitrógeno afectan la duración del ciclo de un cultivo y en consecuencia el rendimiento. La elevada disponibilidad de nitrógeno puede prolongar el crecimiento vegetativo, retrasar el inicio de floración y reducir el rendimiento.

Ron y Loewy (2014) afirma que:

A los efectos de predecir la respuesta al N, los modelos existentes no

contemplan el fraccionamiento (siembra-macollaje), ni la interacción N-P. Su cuantificación contribuirá a mejorar la eficiencia y rentabilidad de la fertilización.

Villareal *et al.* (2017) consideran que:

El uso de fertilizantes nitrogenados es considerado como esencial en la producción de arroz. La aplicación adecuada del nitrógeno (N) depende del aporte del elemento suministrado por el suelo y de los requerimientos nutricionales del cultivo y sus variedades. El uso de este nutrimento puede aumentar sustancialmente los rendimientos del arroz, tomando en consideración que la eficiencia del uso del N varía con las características de la planta y las condiciones ambientales.

IPNI (2015) corrobora que:

El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0,1 a 0,5 %.

Intagri (2014) acota que:

El fósforo (P) es el segundo nutriente mineral en importancia en la agricultura nacional y mundial; la razón es porque el fósforo es un elemento muy reactivo en el suelo y rápidamente pasa a formas más complejas que son de difícil absorción para las plantas. En otras palabras, gran parte de la superficie agrícola mundial tiene un alto potencial de retención del fósforo. Por ejemplo, el fósforo es fuertemente enlazado a partículas del suelo o fijado en las partículas de la materia orgánica, lo que limita su disponibilidad para los cultivos.

Fernández (2017) reporta que:

El fósforo es uno de los diecinueve elementos considerados como

esenciales para la vida de las plantas. Constituye un componente primario de los sistemas responsables de la capacitación, almacenamiento y transferencia de energía, y es componente básico en las estructuras de macromoléculas de interés crucial, tales como ácidos nucleicos y fosfolípidos, por lo que se puede decir que su papel está generalizado en todos los procesos fisiológicos. En el sistema suelo-planta, el 90 % del fósforo está en el suelo y menos del 10 % se encuentra repartido fuera del suelo. Sin embargo, sólo una pequeña parte de ese 90 % es utilizable por los vegetales.

García (2014) indica que:

Los beneficios de la fertilización con nutrientes como P no se limitan al incremento en rendimiento. Este nutriente también mejora la calidad del producto. Algunos beneficios de la aplicación de P es:

- Mayor nodulación de leguminosas
- Mejor eficiencia de uso del agua
- Mayor resistencia a enfermedades
- Mejor calidad
- Maduración más rápida
- Mayor crecimiento radicular

Según Subero *et al.* (2016):

La deficiencia de fósforo en las plantas ha sido señalada por años como el segundo problema en importancia después del nitrógeno, en la fertilidad de los suelos, en la América tropical; esta deficiencia es con frecuencia agravada por su fijación en diferentes formas, haciendo que sea menos disponible para las plantas. Los cambios en los métodos de labranza, junto con la incorporación de los residuos de cosecha, alteran los cambios de la materia orgánica en los suelos y, por consiguiente, la disponibilidad del P. La producción de arroz en los suelos se ha caracterizado por ser un monocultivo, con uso de fertilizantes e incorporación de los residuos de cosecha.

Fernández *et al.* (2016) determinan que:

El fósforo (P), considerado como elemento nutritivo para las plantas, interviene en la formación de nucleoproteínas, ácidos nucleicos y fosfolípidos; los componentes fosfatados desempeñan un rol importante en la transformación de la energía química solar durante la fotosíntesis y provee de esta energía a los procesos de biosíntesis de las plantas. Dada la baja solubilidad del P en los distintos suelos, este elemento se constituye comúnmente en la clave que limita la nutrición de los cultivos en suelos y aguas.

Este elemento se presenta en el suelo en forma orgánica (Po) e inorgánica (Pi). En los ecosistemas naturales los procesos geoquímicos y biológicos regulan la asimilabilidad del P en los suelos. A través del tiempo, los procesos geoquímicos determinan el movimiento y la distribución del P en los dos subciclos del elemento en suelos de la superficie terrestre y en los sedimentos oceánicos (Fernández et al., 2016).

Promix (2020) indica que:

El potasio (K) es el tercero de tres nutrientes primarios requeridos por las plantas, junto al nitrógeno (N) y el fósforo (P). Cuando se lee la etiqueta de una bolsa de fertilizante (por ejemplo, 20-10-20), el tercer número indicará el porcentaje de potasio en peso que viene en el fertilizante. Técnicamente, este número se refiere al K_2O , que es un 83 % de K elemental en peso. Los fertilizantes solubles en agua son normalmente formulados con nitrato de potasio o sulfato de potasio como la fuente del potasio. En los casos donde el sulfato está ausente de un programa de fertilización, el sulfato de potasio es un material útil. Sin embargo, también se puede usar cloruro de potasio, pero esto debe evitarse, ya que las plantas no necesitan el cloruro adicional y también contribuye sales no deseadas.

Smart (2020) sostiene que:

El potasio es un nutriente esencial para las plantas y es requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las plantas. Se considera segundo luego del nitrógeno, cuando se trata de nutrientes que necesitan las plantas y es generalmente considerado como el “nutriente de

calidad". El potasio afecta la forma, tamaño, color y sabor de la planta y a otras medidas atribuidas a la calidad del producto.

Smart (2020) divulga que:

- Las plantas absorben el potasio en su forma iónica, K^+ .
- En la fotosíntesis, el potasio regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de CO_2 .
- En las plantas, el potasio desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta.
- El potasio desempeña un rol importante en la regulación del agua en las plantas (osmo-regulación). Tanto la absorción de agua a través de raíces de las plantas y su pérdida a través de los estomas, se ven afectados por el potasio.
- El potasio también mejora la tolerancia de la planta al estrés hídrico.
- La síntesis de proteínas y de almidón en las plantas requiere de potasio. El potasio es esencial en casi todos los pasos de la síntesis de proteínas. En la síntesis de almidón, la enzima responsable del proceso esta activada por el potasio.
- Activación de enzimas – el potasio tiene un rol importante en la activación de muchas enzimas relacionadas con el crecimiento de la planta.

Infoagro (2020) explica que:

El potasio (K) resulta único como nutriente vegetal, ya que se encuentra exclusivamente en la forma del ión libre. El potasio es además el catión inorgánico más abundante en los tejidos vegetales. En las plantas adecuadamente abastecidas puede constituir aproximadamente el 6% de la materia seca o concentraciones de unos 200 mM

Infoagro (2020) expresa que:

En la planta el potasio es un elemento muy móvil y juega un papel múltiple. Entre sus múltiples beneficios consecuencia de un buen uso en el fertirriego del mismo se encuentran:

- Beneficia la actividad fotosintética.
- Incrementa la resistencia del cultivo a la sequía, heladas y enfermedades.
- Favorece la síntesis de lignina, con el consecuente incremento de la rigidez y estructura del cultivo.
- Favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas.
- Aumenta el vigor en los granos de cereales y en los tubérculos.
- Resulta indispensable para la correcta floración del cultivo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7 1/2 de la vía Babahoyo – Montalvo, Provincia de los Ríos, con coordenadas geográficas 01°49` 15” latitud sur y 79°32` longitud oeste; con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 24,7 °C; una precipitación anual 1976 mm; humedad relativa 85 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual (FACIAG 2020).

3.2. Material genético

Se empleó como material de siembra la variedad de sorgo granifero, Híbrido, “Malón”, el cual presenta las siguientes características:

Híbrido	Malón
Ciclo Vegetativo (Días)	115 -130
Altura de planta (cm)	140-150
Ciclo de emergencia-floración(Días)	66-70
Forma de la panoja	Semi-abierta
Color del grano	Marrón
Excursion	Muy buena

3.3. Variables estudiadas

Variable dependiente: manejo del cultivo Sorgo.

Variable independiente: dosis de fertilizantes.

3.4. Métodos

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

3.5. Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron están constituidos por fertilizantes edáficos con las respectivas dosis tal como se describe a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos		
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330
T5	Nitrógeno	250
T6	Nitrógeno	300
T7	Fosforo	48
T8	Potasio	270
T9	Potasio	330
T10	Testigo Absoluto	0

El requerimiento nutricional del sorgo según el IPNI es: 250 kg N, 48 kg P₂O₅ y 270 kg K.

3.6. Diseño experimental

En el presente ensayo, se empleó el diseño experimental "Bloques Completos

al Azar”, con diez tratamientos y tres repeticiones.

La diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se determinó con la prueba de Tukey con 5 % de significancia.

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	: 9
Repetición	: 2
Error experimental	: 18
Total	: 29

3.7.1. Características del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	: 4 m
Longitud de parcela	: 5 m
Área de la parcela	: 20 m ²
Área total del experimento	: 720 m ²

3.8. Manejo del ensayo

Se realizaron las prácticas que requiere el cultivo para su normal desarrollo.

3.8.1. Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con un pase de arado y dos pases de rastra cruzada en sentido cruzado dejando el suelo en condiciones adecuadas para la siembra.

3.8.2. Siembra

La siembra se realizó de forma directa, con un distanciamiento de siembra de 75 cm entre hileras y 25 cm entre planta, colocando 2 hilos (número de plantas por golpe, en suelo húmedo a una profundidad de 3 cm).

3.8.3. Control de malezas

En pre-emergencia se aplicó de Glifosato + Atrazina en dosis de 1,5 L/ha y 1,0 kg/ha, respectivamente. El control de malezas post emergente se realizó de forma manual.

3.8.4. Control fitosanitario

Para el control preventivo de insectos – plagas se aplicó Lufenuron en dosis de 300 cc/ha, a fin de evitar infestaciones.

3.8.5. Riego

El riego se efectuó según las necesidades hídricas del cultivo, aplicando dos riegos por semana desde la siembra hasta la floración.

3.8.6. Fertilización

El programa de fertilización para nitrógeno, fósforo, potasio se lo realizó de acuerdo a los tratamientos planteados en cada etapa de desarrollo del cultivo para obtener una mejor producción.

La fertilización se realizó los 0-20 y 40 días después de la siembra para lo cual se aplicaron los fertilizantes Urea (46%N), DAP (18 % N - 46 % P₂O₅) y Muriato de Potasio (60 % K₂O).

La colocación del fertilizante se efectuó de manera manual a 10 cm fuera del cuello de la planta, a chorro continuo y en suelo húmedo.

3.8.7. Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual en cada unidad experimental, cuando las espigas logren la madurez fisiológica adecuada.

3.9. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

3.9.1. Días a la floración

Fue contabilizado desde el momento de la siembra hasta cuando el cultivo presentó más del 50 % de espigas emergidas.

3.9.2. Clorofila

El índice de clorofila en la hoja se determinó cuando la floración alcanzó más el 50 % ven cada uno de los tratamientos. Se midió en porcentajes con la ayuda de un clorimétrico.

3.9.3. Altura de planta a cosecha

Se evaluó a la cosecha con un metro flexible, midiendo desde la superficie del suelo hasta la base de la espiga, para lo cual se obtuvieron 10 plantas al azar de cada tratamiento, se expresó en cm.

3.9.4. Días a la cosecha

Se estimó desde el inicio de siembra hasta la cosecha total por cada unidad experimental.

3.9.5. Diámetro del tallo

En las mismas 10 plantas que se determinó la altura, se procedió a medir el grosor del tallo al momento de la formación de la espiga, justo a la altura del segundo entrenudo. Su promedio se expresó en cm.

3.9.6 Índice de área foliar

Para determinar el índice del área foliar se tomaron 10 plantas al azar en periodo de floración por unidad de estudio, en las cuales se midió la longitud y el ancho de la hoja a la altura media de la planta. Luego se multiplicaron estos valores entre si y por el coeficiente 0,75, posteriormente este producto se dividió para el área que ocupa una planta.

3.9.7. Longitud de la espiga

La evaluación fue estimada escogiendo diez espigas al azar en cada tratamiento, midiendo la longitud desde su base el ápice de la misma su valor se expresó en cm.

3.9.8. Peso de mil granos

Se seleccionaron 1000 granos obtenidos en cada unidad experimental, teniendo en cuenta que los mismos no tuvieran dañados físicos. Estos fueron pesados en una balanza de precisión y su promedio se expresó en gramos.

3.9.9. Rendimiento por hectárea

Se evaluó en función del peso de los granos derivados del área útil de cada unidad, con un porcentaje de humedad ajustado al 13 %, este peso se transformó a kilogramos por hectárea. Para el efecto se utilizó la fórmula para ajustes de humedad (Azcon 2003):

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

3.9.10. Análisis económico

El análisis económico se realizó en función de los costos de producción relacionado con cada uno de los tratamientos estudiados.

3.9.11. Eficiencia agronómica por nutriente

Estuvo basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final con relación al testigo no tratado. Se estima con la ecuación (Snyder y Bruulsema 2007).

$$EA = \frac{(R - R0)}{D}$$

Dónde:

EA = Eficiencia agronómica

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

R0= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente

D= Cantidad del nutriente aplicado

IV. RESULTADOS

4.1. Días a floración

En el Cuadro 2, se registran los promedios de la variable días a floración. En análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue de 4,17 %.

El tratamiento testigo sin aplicación de fertilizantes floreció en el mayor tiempo (68 días) y el tratamiento que se empleó Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha floreció en menor tiempo (63 días).

Cuadro 2. Días a floración en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Días a floración
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	64
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	63
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	64
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	64
T5	Nitrógeno	250	65
T6	Nitrógeno	300	65
T7	Fosforo	48	65
T8	Potasio	270	67
T9	Potasio	330	67
T10	Testigo Absoluto	0	68
Promedio general			66
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			4,17

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.2. Porcentaje de clorofila

Los promedios de porcentaje de clorofila determinaron que el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 3,80 %.

En la evaluación efectuada se observó que el uso de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha alcanzó mayor porcentaje de clorofila con 39,2 %, estadísticamente igual a las aplicaciones de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 270 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 300 + 48 + 270 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 300 + 48 + 330 kg/ha; Nitrógeno en dosis de 250 y 300 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor promedio fue para el testigo absoluto, sin aplicación de fertilizantes con 28,3 %.

4.3. Altura de planta

Los promedios de la variable altura de planta se presentan en el Cuadro 4, donde el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,07 %.

La aplicación de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha obtuvo 159,7 cm, estadísticamente igual a las aplicaciones de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 270 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 300 + 48 + 270 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 300 + 48 + 330 kg/ha; Nitrógeno en dosis de 300 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor promedio fue para el testigo absoluto, sin aplicación de fertilizantes con 128,8 cm.

Cuadro 3. Porcentaje de clorofila en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Porcentaje de clorofila
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	37,9 ab
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	39,2 a
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	37,7 ab
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	37,7 ab
T5	Nitrógeno	250	37,4 ab
T6	Nitrógeno	300	37,6 ab
T7	Fosforo	48	35,0 bc
T8	Potasio	270	32,1 cd
T9	Potasio	330	35,0 bc
T10	Testigo Absoluto	0	28,3 d
Promedio general			35,8
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			3,80

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 4. Altura de planta en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Altura de planta
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	157,3 a
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	159,7 a
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	153,2 a
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	158,0 a
T5	Nitrógeno	250	138,4 bc
T6	Nitrógeno	300	148,5 ab
T7	Fosforo	48	139,2 bc
T8	Potasio	270	139,1 bc
T9	Potasio	330	138,8 bc
T10	Testigo Absoluto	0	128,8 c
Promedio general			146,1
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			3,07

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.4. Días a cosecha

En el Cuadro 5, se registran los valores de la variable días a cosecha. En análisis de varianza no demostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue de 2,76 %.

El tratamiento testigo sin aplicación de fertilizantes se cosechó en mayor tiempo (128 días) y el tratamiento que se empleó Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha se cosechó en menor tiempo (119 días).

Cuadro 5. Días a la cosecha en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Días a la cosecha
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	121
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	119
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	123
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	123
T5	Nitrógeno	250	124
T6	Nitrógeno	300	124
T7	Fosforo	48	125
T8	Potasio	270	125
T9	Potasio	330	125
T10	Testigo Absoluto	0	128
Promedio general			123
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			2,76

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.5. Diámetro del tallo

La variable diámetro del tallo muestra sus valores en el Cuadro 6. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,79 %.

La aplicación de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha registró 8,7 cm, estadísticamente igual a las aplicaciones de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 270 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor valor fue para el testigo absoluto, sin aplicación de fertilizantes con 7,4 cm.

Cuadro 6. Diámetro del tallo en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Diámetro del tallo (cm)
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	8,5 ab
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	8,7 a
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	8,3 bc
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	8,2 bcd
T5	Nitrógeno	250	8,0 cde
T6	Nitrógeno	300	8,1 bcde
T7	Fosforo	48	7,9 cde
T8	Potasio	270	7,7 ef
T9	Potasio	330	7,8 def
T10	Testigo Absoluto	0	7,4 f
Promedio general			8,0
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,79

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.6. Índice de área foliar

Los promedios de índice de área foliar reflejan que el análisis de varianza no detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación fue 7,70 % (Cuadro 7).

El empleo de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha detectó 342,5 de índice de área foliar y el menor promedio fue para el testigo absoluto, sin aplicación de fertilizantes con 291,7.

Cuadro 7. Índice del área foliar en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Índice del área foliar
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	322,2
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	342,5
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	317,3
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	309,4
T5	Nitrógeno	250	305,5
T6	Nitrógeno	300	305,8
T7	Fosforo	48	303,9
T8	Potasio	270	292,9
T9	Potasio	330	303,0
T10	Testigo Absoluto	0	291,7
Promedio general			309,4
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			7,70

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.7. Longitud de espiga

La variable longitud de espiga reporta que análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 7,70 % (Cuadro 8).

El uso de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 270 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 300 + 48 + 270 kg/ha alcanzaron promedios iguales (31,5 cm) estadísticamente igual al empleo de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 300 + 48 + 330 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor promedio fue para el testigo absoluto sin aplicación de

fertilizantes (21,9 cm).

Cuadro 8. Longitud de espiga en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Longitud de espiga (cm)
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	31,5 a
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	31,5 a
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	31,5 a
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	30,3 ab
T5	Nitrógeno	250	28,0 bc
T6	Nitrógeno	300	27,9 bc
T7	Fosforo	48	26,7 c
T8	Potasio	270	26,3 c
T9	Potasio	330	26,8 c
T10	Testigo Absoluto	0	21,9 d
Promedio general			28,2
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			3,14

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.8. Peso de 1000 granos

Los promedios de la variable peso de 1000 granos se presentan en el Cuadro 9, donde el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,03 %.

La aplicación de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha obtuvo 108,6 g, estadísticamente igual a las aplicaciones de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 270 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio

en dosis de 300 + 48 + 270 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor promedio fue para el testigo absoluto, sin aplicación de fertilizantes con 99,2 g.

Cuadro 9. Peso de 1000 granos en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Peso de 1000 granos (g)	
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha		
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	106,5	ab
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	108,6	a
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	105,6	ab
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	104,2	bc
T5	Nitrógeno	250	102,5	c
T6	Nitrógeno	300	103,6	bc
T7	Fosforo	48	102,4	c
T8	Potasio	270	101,6	cd
T9	Potasio	330	101,9	cd
T10	Testigo Absoluto	0	99,2	d
Promedio general			103,6	
Significancia estadística			**	
Coeficiente de variación (%)			1,03	

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.9. Rendimiento

Los promedios de rendimiento determinaron que el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 1,80 %.

En la evaluación efectuada se observó que el uso de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha alcanzó mayor rendimiento con 4010,8

kg/ha, estadísticamente igual a las aplicaciones de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 270 kg/ha; Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 300 + 48 + 270 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor promedio fue para el testigo absoluto, sin aplicación de fertilizantes con 2974,1 kg/ha.

Cuadro 10. Rendimiento en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Rendimiento
Nº	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	(kg/ha)
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	3827,1 ab
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	4010,8 a
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	3826,9 ab
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	3809,9 b
T5	Nitrógeno	250	3660,1 bc
T6	Nitrógeno	300	3664,1 bc
T7	Fosforo	48	3557,7 c
T8	Potasio	270	3325,9 d
T9	Potasio	330	3359,5 d
T10	Testigo Absoluto	0	2974,1 e
Promedio general			3601,6
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,80

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.10. Análisis económico

Por los elevados costos de producción y en función del costo de los tratamientos, se determinó que la aplicación de Fósforo en dosis de 48 kg/ha reportó mayor beneficio neto con \$ 341,60.

Cuadro 11. Análisis económico en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Tratamientos			Rend. kg/ha	qq	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)
Nº	Fertilizantes	Dosis kg/ha				Fijos	Variables		Total	
							Productos	Jornales para tratamientos		
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	3827,1	77,3	1175,4	641,50	456,70	72,00	1170,20	5,22
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	4010,8	81,0	1231,9	641,50	496,70	72,00	1210,20	21,66
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	3826,9	77,3	1175,4	641,50	504,50	72,00	1218,00	-42,62
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	3809,9	77,0	1170,2	641,50	544,50	72,00	1258,00	-87,84
T5	Nitrógeno	250	3660,1	74,0	1124,1	641,50	239,10	72,00	952,60	171,52
T6	Nitrógeno	300	3664,1	74,0	1125,4	641,50	287,00	72,00	1000,50	124,88
T7	Fosforo	48	3557,7	71,9	1092,7	641,50	37,57	72,00	751,07	341,60
T8	Potasio	270	3325,9	67,2	1021,5	641,50	180,00	72,00	893,50	127,98
T9	Potasio	330	3359,5	67,9	1031,8	641,50	220,00	72,00	933,50	98,31
T10	Testigo Absoluto	0	2974,1	60,1	913,4	641,50	0,00	0,00	641,50	271,94

Urea = \$ 22,0 (50 kg)

DAP = \$ 18,0 (50 kg)

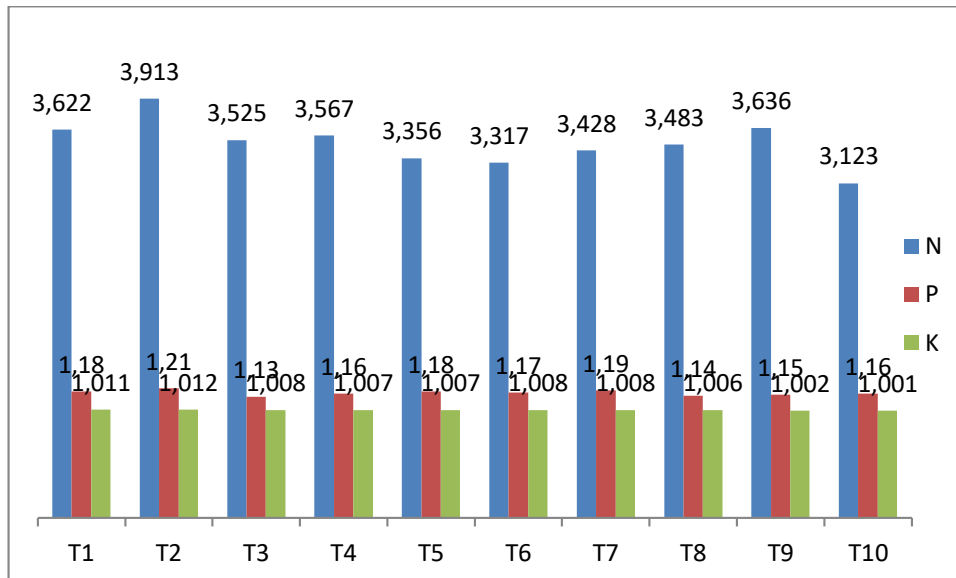
Muriato de potasio = \$ 20,0 (50 kg)

Jornal = \$ 12,00

Costo = \$ 15,20 qq

4.11. Eficiencia del fertilizante

La mayor eficiencia del fertilizante se registró con el empleo de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha.



Eficiencia de los fertilizantes N, P, K en el cultivo de sorgo

V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) respondió favorablemente a los diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo.
- En la evaluación efectuada se observó que el uso de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha alcanzó mayor porcentaje de clorofila con 39,2 %.
- La altura de planta, diámetro del tallo, índice de área foliar, longitud de espiga y peso de 1000 granos demostraron excelente respuesta con la aplicación de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha.
- El mayor rendimiento del grano lo reportó el uso de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha alcanzó mayor rendimiento con 4010,8 kg/ha.
- De acuerdo a los elevados costos de producción y en función del costo de los tratamientos fertilizantes, se determinó que la aplicación de Fósforo en dosis de 48 kg/ha reportó mayor beneficio neto con 341,60.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto anteriormente se recomienda:

- Aplicar Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) por su comportamiento agronómico favorable en la zona de Babahoyo.
- Realizar investigaciones en el cultivo de sorgo, realizando fertilizaciones químicas complementarias a fertilizaciones foliares, para lograr incrementar los rendimientos.
- Validar el mismo ensayo bajo condiciones agroecológicas.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7 1/2 de la vía Babahoyo – Montalvo, Provincia de los Ríos, con coordenadas geográficas 01°49` 15” latitud sur y 79°32` longitud oeste; con una altura de 8 m.s.n.m. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 24,7 °C; una precipitación anual 1976 mm; humedad relativa 85 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual. Se empleó como material de siembra la variedad de sorgo granífero, Híbrido, “Malón”. Los tratamientos planteados estuvieron constituidos por Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 270 kg/ha; 250 + 48 + 330 kg/ha; 300 + 48 + 270 kg/ha; 300 + 48 + 330 kg/ha; Nitrógeno en dosis de 250 y 300 kg/ha; Fosforo en dosis de 48 kg/ha; Potasio en dosis de 270 y 330 kg/ha y un testigo absoluto sin aplicación de productos. En el presente ensayo, se empleó el diseño experimental “Bloques Completos al Azar”, con diez tratamientos y tres repeticiones y la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se determinó con la prueba de Tukey con 5 % de significancia. Por los resultados obtenidos se determinó que el cultivo de sorgo respondió favorablemente a los diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo; en la evaluación efectuada se observó que el uso de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha alcanzó mayor porcentaje de clorofila con 39,2 %; la altura de planta, diámetro del tallo, índice de área foliar, longitud de espiga y peso de 1000 granos demostraron excelente respuesta con la aplicación de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha; el mayor rendimiento del grano lo reportó el uso de Nitrógeno + Fosforo + Potasio en dosis de 250 + 48 + 330 kg/ha alcanzó mayor rendimiento con 4010,8 kg/ha y De acuerdo a los elevados costos de producción y en función del costo de los tratamientos fertilizantes, se determinó que la aplicación de Fósforo en dosis de 48 kg/ha reportó mayor beneficio neto con \$ 341,60.

Palabras claves: fertilizantes, fósforo, nitrógeno, potasio, sorgo.

VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out on the grounds of the Experimental Farm "San Pablo" of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at Km 7 1/2 of the Babahoyo - Montalvo road, Los Ríos Province, with geographic coordinates 01°49` 15 "south latitude and 79°32` west longitude; with a height of 8 m.s.n.m. The area has a humid tropical climate, with an average annual temperature of 24.7 ° C; annual precipitation 1976 mm; relative humidity 85% and 998.2 hours of heliophany annual average. The graniferous sorghum variety, Híbrido, "Malón" was used as planting material. The proposed treatments consisted of Nitrogen + Phosphorus + Potassium in doses of 250 + 48 + 270 kg / ha; 250 + 48 + 330 kg / ha; 300 + 48 + 270 kg / ha; 300 + 48 + 330 kg / ha; Nitrogen in doses of 250 and 300 kg / ha; Phosphorus in a dose of 48 kg / ha; Potassium in doses of 270 and 330 kg / ha and an absolute witness without application of products. In the present trial, the experimental design "Complete Random Blocks" was used, with ten treatments and three repetitions and the statistical difference between the means of the treatments was determined with the Tukey test with 5% significance. Based on the results obtained, it was determined that the sorghum culture responded favorably to the different levels of nitrogen, potassium in the Babahoyo area; in the evaluation carried out it was observed that the use of Nitrogen + Phosphorus + Potassium in doses of 250 + 48 + 330 kg / ha reached a higher percentage of chlorophyll with 39.2%; plant height, stem diameter, leaf area index, spike length and weight of 1000 grains showed excellent response with the application of Nitrogen + Phosphorus + Potassium in doses of 250 + 48 + 330 kg / ha; The highest grain yield was reported by the use of Nitrogen + Phosphorus + Potassium in doses of 250 + 48 + 330 kg / ha and reached a higher yield with 4010.8 kg / ha and According to the high production costs and depending on the cost of the fertilizer treatments, it was determined that the application of phosphorus in doses of 48 kg / ha reported higher net benefit with \$ 341.60.

Key words: fertilizers, phosphorus, nitrogen, potassium, sorghum.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, R., Steinbach, H., Alvarez, C., Grigera, S. 2015. Recomendaciones para la fertilización nitrogenada de trigo y maíz en la pampa ondulada. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. N° 18.
- Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Ed. McGraw-Hill. España. 625 p.
- Barraco, M., Scianca, C., & Lardone, A. (2015). Fertilización con nitrógeno en maíces y sorgo tardío. *INTA General Villegas. Memoria técnica, 2011*.
- Berti, M., Hevia, F., Wilckens, R., Joublan, J., Serri, H., Allende, J. 2016. Fertilización nitrogenada del cultivo de arroz en Chillan, Provincia de Ñuble, Chile. *Cien. Investig. Agr.* 27(2):107-116
- Berti, M., Hevia, F., Wilckens, R., Serri, H., Vidal, I., Méndez, C. 2018. Fertilización nitrogenada en Quinoa (*Chenopodium quinoa* WILLD). *Ciencia e Investigacion Agraria*. 27(2):81-90
- Bueno-Jáquez, J., Alonso-López, A., Volke-Haller, V., Gallardo-López, F., Ojeda-Ramírez, M., Mosqueda-Vázquez, R. 2015. Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana*, vol. 23, núm. 3, pp. 409-415
- El Telégrafo. 2019. El sorgo genera expectativas en Santa Elena. Disponible en <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/sorgo-siembra-santaelena>
- Elizondo, J. 2016. El nitrógeno en los sistemas ganaderos de leche. *Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana*, vol. 17, núm. 1, pp. 69-77.
- Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2020. Datos obtenidos de la Estación Meteorológica INAHMI-UTB. Babahoyo.
- FAO. (2018). *Importancia del Sorgo*. Disponible en <http://www.fao.org/3/w1808s/w1808s01.htm#TopOfPage>
- Fernández, C., Vázquez, S., Dalurzo, H. 2016. Efecto del uso del suelo sobre las fracciones de fósforo y su relación con características edáficas en un

- Hapludalf de Corrientes. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2003.
- Fernández, M. 2017. Fósforo: amigo o enemigo ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XLI, núm. 2. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba. pp. 51-57
- Fontanetto, H., & Keller, O. (2015). Fertilización en sorgo. Disponible en http://www.maizar.org.ar/documentos/291_fertilizacionensorgo.pdf
- García, F. 2014. Rentabilidad de la fertilización: algunos aspectos a considerar. Instituto de la Potasa y el Fosforo. Informaciones agronómicas. Nº 39.
- Garrido, M. J., Trujillo, G. E., Cuello, R. U. (2015). Identificación de aislamientos virales procedentes de zonas productoras de sorgo. *Agronomía Trop*, 44, 263-278.
- Garza-Cano, Idalia, y Pecina-Quintero, Víctor, y Díaz-Franco, Arturo, y Williams-Alanís, Héctor, y Ramírez-De León, José Alberto (2015). Sorgo cultivado con biofertilizantes, fitohormonas y fósforo inorgánico. *Terra Latinoamericana*, 23 (4), 581-586. [Fecha de consulta 7 de julio de 2020]. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573/57311146017>
- Giletto, G., Echeverria, H., Sadras, V. 2015. Fertilización nitrogenada de cultivares de papa (*Solanum tuberosum*). *Ciencia del Suelo* 21 (2).
- Infoagro. 2020. Uso eficiente del potasio en agricultura: Absorción y adecuación de su aplicación. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/uso_eficiente_del_potasio_agricultura__absorcion_y_adequacion_su_aplicacion_.asp
- Intagri. 2014. Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-eficiente-del-fosforo-en-la-agricultura>
- IPNI. 2015. Funciones del fosforo en las plantas. Informaciones agronómicas No. 36
- Menjivar-Flores, J., Enciso, C., Martínez, E. 2015. Evaluación de la eficiencia de tres fertilizantes edáficos sobre el rendimiento y calidad del zapallo (*Cucurbita máxima* var. Unapal- Mandarin). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Volumen 6 Número 1. ISSN 214

- Peña, L., Ávila, J., Peña, R. 2015. Efecto de la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento agrícola y sus componentes en las variedades de arroz. *Cuba 28*, Y J-104.
- Peña, L., Ávila, J., Peña, R. 2015. Efecto de la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento agrícola y sus componentes en las variedades de arroz. *Cuba 28*, Y J-104.
- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B., Reyes, F., Oquendo, G., & Milián, I. (2016). Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y forrajes*, 33(1), 1-1.
- Pilaloo, W., Alvarado, A., Pacheco, E. 2017. Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz. *DELOS Revista Desarrollo Local Sostenible*. Vol 10. N° 29. ISSN: 1988-5245.
- Pilaloo, W., Alvarado, A., Pacheco, E. 2017. Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz. *DELOS Revista Desarrollo Local Sostenible*. Vol 10. N° 29. ISSN: 1988-5245.
- Preciado, P., Baca, G., Tirado, J., Kohashi, J., Tijerina, L., Martínez, A. 2014. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de arroz. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana*, vol. 20, núm. 3, pp. 267-276.
- Promix. 2020. Rol del potasio en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Quiros, R., Ramírez, C. 2015. Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado. *Agronomía Mesoamericana* 17(2): 179-188. 2006. ISSN: 1021-7444
- Rebollar, S. (2015). La política cambiaria y el mercado del sorgo en México. *Comercio exterior*, 55(5), 394.
- Ron, M., Loewy, T. 2014. Modelo de fertilización nitrogenada y fosforada para trigo en el Sudoeste Bonaerense, Argentina. *Ciencia del Suelo* 18 (1)
- Ron, M., Loewy, T. 2014. Modelo de fertilización nitrogenada y fosforada para trigo en el Sudoeste Bonaerense, Argentina. *Ciencia del Suelo* 18 (1)
- Salvagiotti, F., Pedrol, H., Castellarín, J. 2017. Utilización del método del balance de nitrógeno para la recomendación de la fertilización nitrogenada en maíz.

Investigadores EEA INTA Oliveros. Ruta 11 Km 353 (2206) Oliveros, Santa Fe, Argentina.

Smart. 2020. Potasio en las plantas. Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/potassium-in-plants/>

Snyder y Bruulsema, 2007. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. IPNI.

Subero, N., Ramírez, R., Sequera, O., Parra, J. 2017. Fraccionamiento de fósforo en suelos cultivados con arroz por largos períodos de tiempo. Parte II. Relación fósforo orgánico inorgánico Bioagro, vol. 28, núm. 2. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela. pp. 81-86

Vargas-Rodríguez, C., Boschini-Figueroa, C. 2015. Producción forrajera del *Trypsacum laxum*, fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana, vol. 22, núm. 1, pp. 99-108

Villareal, J., Name, B., Smyth, J., Quiroz, E. 2017. Dosis óptima para la fertilización nitrogenada del arroz, en la región central de Panamá. Agronomía Mesoamericana 18(1): 115-127. ISSN: 1021-7444.

ANEXOS

Cuadros de resultados y Andeva.

Cuadro 12. Días a floración en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	64	70	68	67
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	68	66	69	68
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	68	64	69	67
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	69	64	67	67
T5	Nitrógeno	250	61	69	65	65
T6	Nitrógeno	300	67	62	67	65
T7	Fosforo	48	63	67	65	65
T8	Potasio	270	61	63	67	64
T9	Potasio	330	67	63	63	64
T10	Testigo Absoluto	0	65	62	62	63

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Flor	30	0,37	0,00	4,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	77,30	11	7,03	0,94	0,5252
Tratam	69,50	9	7,72	1,04	0,4504
Rep	7,80	2	3,90	0,52	0,6014
Error	134,20	18	7,46		
Total	211,50	29			

Cuadro 13. Porcentaje de clorofila en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	39,7	35,7	38,4	37,9
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	37,3	40,3	39,9	39,2
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	37,9	35,2	40,1	37,7
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	37,5	36,6	38,9	37,7
T5	Nitrógeno	250	36,6	37,9	37,8	37,4
T6	Nitrógeno	300	36,5	37,9	38,3	37,6
T7	Fosforo	48	34,9	35,6	34,6	35,0
T8	Potasio	270	33,2	31,8	31,2	32,1
T9	Potasio	330	34,9	35,6	34,6	35,0
T10	Testigo Absoluto	0	27,8	29,1	27,9	28,3

Variable N R² R² Aj CV

Clorof 30 0,90 0,84 3,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	304,46	11	27,68	15,00	<0,0001
Tratam	302,28	9	33,59	18,20	<0,0001
Rep	2,18	2	1,09	0,59	0,5638
Error	33,22	18	1,85		
<u>Total</u>	<u>337,69</u>	<u>29</u>			

Cuadro 14. Altura de planta en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	158,6	157,9	155,5	157,3
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	160,1	162,7	156,3	159,7
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	149,8	149,7	160,0	153,2
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	159,7	156,5	157,8	158,0
T5	Nitrógeno	250	138,2	139,4	137,6	138,4
T6	Nitrógeno	300	142,3	162,3	140,9	148,5
T7	Fosforo	48	136,8	141,0	139,9	139,2
T8	Potasio	270	136,2	140,3	140,7	139,1
T9	Potasio	330	137,4	141,5	137,6	138,8
T10	Testigo Absoluto	0	128,3	129,5	128,6	128,8

Variable N R² R² Aj CV
Alt pl 30 0,90 0,83 3,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3110,80	11	282,80	14,08	<0,0001
Tratam	3049,38	9	338,82	16,87	<0,0001
Rep	61,42	2	30,71	1,53	0,2436
Error	361,49	18	20,08		
<u>Total</u>	<u>3472,29</u>	<u>29</u>			

Cuadro 15. Días a cosecha en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	123	129	123	125
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	130	129	126	128
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	123	123	127	124
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	125	122	124	124
T5	Nitrógeno	250	121	118	131	123
T6	Nitrógeno	300	125	122	123	123
T7	Fosforo	48	118	120	126	121
T8	Potasio	270	124	118	120	121
T9	Potasio	330	121	118	124	121
T10	Testigo Absoluto	0	115	118	124	119

Variable N R² R² Aj CV
Dias cosecha 30 0,54 0,26 2,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	241,13	11	21,92	1,91	0,1080
Tratam	189,33	9	21,04	1,83	0,1314
Rep	51,80	2	25,90	2,25	0,1338
Error	206,87	18	11,49		
Total	448,00	29			

Cuadro 16. Diámetro del tallo en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	8,4	8,7	8,3	8,5
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	8,5	8,9	8,7	8,7
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	8,3	8,3	8,2	8,3
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	8,1	8,0	8,4	8,2
T5	Nitrógeno	250	8,0	8,0	8,1	8,0
T6	Nitrógeno	300	8,2	8,1	7,9	8,1
T7	Fosforo	48	7,9	8,0	7,9	7,9
T8	Potasio	270	7,6	7,8	7,7	7,7
T9	Potasio	330	7,9	7,7	7,7	7,8
T10	Testigo Absoluto	0	7,3	7,3	7,5	7,4

Variable N R² R² Aj CV
Diametro tallo 30 0,92 0,86 1,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor
Modelo. 4,04 11 0,37 17,64 <0,0001
Tratam 4,02 9 0,45 21,47 <0,0001
Rep 0,02 2 0,01 0,45 0,6456
Error 0,37 18 0,02
Total 4,41 29

Cuadro 17. Índice de área foliar en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	296,7	346,4	323,4	322,2
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	371,4	368,3	287,8	342,5
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	260,8	345,7	345,5	317,3
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	286,8	321,8	319,6	309,4
T5	Nitrógeno	250	312,4	307,5	296,7	305,5
T6	Nitrógeno	300	309,5	321,6	286,4	305,8
T7	Fosforo	48	309,7	302,3	299,6	303,9
T8	Potasio	270	303,5	298,8	276,5	292,9
T9	Potasio	330	299,0	311,3	298,7	303,0
T10	Testigo Absoluto	0	289,6	298,9	286,6	291,7

Variable N R² R² Aj CV

Area foliar 30 0,45 0,12 7,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	8503,37	11	773,03	1,36	0,2715
Tratam	6015,66	9	668,41	1,18	0,3659
Rep	2487,71	2	1243,86	2,19	0,1410
Error	10230,35	18	568,35		
<u>Total</u>	<u>18733,72</u>	<u>29</u>			

Cuadro 18. Longitud de espiga en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	31,8	31,9	30,8	31,5
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	30,1	32,3	32,1	31,5
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	32,3	30,4	31,7	31,5
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	31,4	29,7	29,8	30,3
T5	Nitrógeno	250	28,7	27,8	27,6	28,0
T6	Nitrógeno	300	29,0	26,4	28,3	27,9
T7	Fosforo	48	26,4	26,4	27,3	26,7
T8	Potasio	270	27,1	25,1	26,8	26,3
T9	Potasio	330	26,3	27,7	26,5	26,8
T10	Testigo Absoluto	0	22,3	21,4	21,9	21,9

Variable N R² R² Aj CV
Long espiga 30 0,95 0,92 3,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	256,03	11	23,28	29,65	<0,0001
Tratam	254,02	9	28,22	35,96	<0,0001
Rep	2,00	2	1,00	1,28	0,3030
Error	14,13	18	0,78		
<u>Total</u>	<u>270,15</u>	<u>29</u>			

Cuadro 19. Peso de 1000 granos en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	103,6	109,5	106,3	106,5
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	108,3	110,1	107,3	108,6
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	105,2	107,8	103,8	105,6
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	103,8	104,5	104,2	104,2
T5	Nitrógeno	250	102,7	103,4	101,3	102,5
T6	Nitrógeno	300	104,1	104,3	102,4	103,6
T7	Fosforo	48	103,3	103,1	100,9	102,4
T8	Potasio	270	101,5	102,3	101,1	101,6
T9	Potasio	330	102,2	103,2	100,4	101,9
T10	Testigo Absoluto	0	98,3	99,9	99,3	99,2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso 100 granos	30	0,92	0,86	1,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	222,10	11	20,19	17,80	<0,0001
Tratam	198,46	9	22,05	19,44	<0,0001
Rep	23,64	2	11,82	10,42	0,0010
Error	20,41	18	1,13		
Total	242,51	29			

Cuadro 20. Rendimiento en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fertilizantes edáficos	Dosis Kg/ha	I	II	III	
T1	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+270	3951,0	3819,6	3710,6	3827,1
T2	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	250+48+330	4035,5	4033,0	3964,0	4010,8
T3	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300+48+270	3937,8	3830,6	3712,5	3826,9
T4	Nitrógeno + Fosforo + Potasio	300 +48+330	3855,0	3813,8	3761,1	3809,9
T5	Nitrógeno	250	3698,0	3662,2	3620,0	3660,1
T6	Nitrógeno	300	3676,0	3642,2	3674,2	3664,1
T7	Fosforo	48	3456,8	3544,0	3672,2	3557,7
T8	Potasio	270	3312,3	3342,1	3323,1	3325,9
T9	Potasio	330	3386,8	3345,7	3346,0	3359,5
T10	Testigo Absoluto	0	2986,3	2987,6	2948,4	2974,1

Variable N R² R² Aj CV
Rend 30 0,97 0,95 1,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2566364,57	11	233305,87	55,23	<0,0001
Tratam	2550494,26	9	283388,25	67,08	<0,0001
Rep	15870,32	2	7935,16	1,88	0,1816
Error	76042,26	18	4224,57		
Total	2642406,83	29			

Cuadro 21. Costo de producción/ha en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), sometido a diferentes niveles de nitrógeno, potasio en la zona de Babahoyo. FACIAG, 2020.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	250,00	250,00
Siembra				
Semilla	sacos	1	60,00	60,00
Aplicación	jornales	3	12,00	36,00
Preparación de suelo				
Arada y Rastra	u	3	25,00	75,00
Riego	u	10	3,50	35,00
Control de malezas				
Glifosato	L	1,5	6,30	9,45
Atrazina	kg	1	7,50	7,50
Aplicación	jornales	3	12,00	36,00
Manual	jornales	6	12,00	72,00
Control fitosanitario				
Lufenuron (300 cc)	frasco	1	6,00	6,00
Aplicación	jornales	2	12,00	24,00
Sub Total				610,95
Administración (5 %)				30,55
Total Costo Fijo				641,50