



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Aplicación de brasinoesteroides y sus análogos en el cultivo de arroz  
(*Oryza sativa L*), bajo riego en el sector San Agustín de Chilintomo-  
Guayas”.

**AUTOR:**

Adalberto Gregorio Zambrano García

**TUTOR:**

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MBA

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020

## **DEDICATORIA**

Al terminar el presente trabajo de investigación que me propuse el cual logre concluir con éxito, para obtener el título de ingeniero agropecuario, expreso mi dedicatoria.

El presente trabajo investigación lo dedicamos principalmente a Dios, por ser nuestra fuente de inspiración, nuestra fuerza cuando sentíamos que no podríamos lograrlo y lo que nos mantuvo unidos hasta el final”.

A mis Padres Henry Alvarado y María García a mis tíos Pablo García y Linda García abuelos Reina Zuñiga y Félix García y a mis hermanos Jordy Alvarado, Leonel Alvarado y Ahily Alvarado a todos ellos por depositar su confianza en mi persona, y sobre todo por brindarme el apoyo económico, y su motivación al diario.

Dedico este trabajo a la Facultad de Ciencias Agropecuaria, a todos los profesores por ayudarme en mi formación académico.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al haber cumplido con mi meta propuesta he tenido la gran satisfacción y el orgullo por lograr obtener el título de Ingeniero Agropecuario.

Por tanto, quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes autoridades y personas:

A docentes, autoridades y personal de limpieza que conforman la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ya que en el transcurso de mis estudios. Siempre me ofrecieron todos sus conocimientos en cada asignatura y me ayudaron a formar una persona íntegra y honesta, ante todo.

A mi Sra. madre María García, por ser una de las personas más importantes de mi vida, ya que siempre estuvo en buenos y malos momentos durante toda mi vida y sobre todo es mi motivación para despertar cada día y ofrecerle todo lo que se merece.

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	4
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1.General .....	2
1.1.2.Específicos .....	2
1.2. Hipótesis .....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Origen del Arroz .....	3
2.2. Importancia del Arroz .....	4
2.3. Taxonomía del cultivo de arroz .....	5
2.4. Descripción morfológica .....	6
2.5. El arroz en Ecuador .....	8
2.6. Etapas de crecimiento y desarrollo .....	9
2.7. Requerimientos edafoclimaticos del cultivo .....	10
2.8. Nutrición en arroz.....	10
2.9. Fertilización nitrogenada .....	11
2.10. Fertilización fosfórica .....	13
2.11. Fertilización potásica .....	13
2.12. Función de los nutrientes .....	14
2.13. Hormonas vegetales o fitohormonas.....	15
2.14. Características.....	16
2.15. Tipos de fitohormonas .....	17
2.16. Regulación del nivel hormonal .....	17
2.17. Regulaciones fisiológicas.....	18
2.18. Los brasinoesteroides .....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1 Ubicación del Sitio experimental .....	20
3.2 Material genético.....	20
3.3 Métodos .....	20
3.4 Factores en estudio.....	20
3.5 Tratamientos en estudio.....	21
3.6 Diseño experimental .....	22
3.7 Análisis de varianza .....	22
3.8 Área experimental .....	22

3.8.1 Manejo ensayo .....	23
3.8.2 Preparación de suelo .....	23
3.8.3 Siembra .....	23
3.8.4 Fertilización .....	23
3.8.5 Control fitosanitario .....	24
3.8.6 Control de malezas .....	24
3.8.7 Riego .....	24
3.8.8 Cosecha .....	24
3.9.1 Altura de planta (cm) .....	25
3.9.2 Macollos/m <sup>2</sup> .....	25
3.9.3 Longitud de la panícula (cm) .....	25
3.9.4 Granos por panícula .....	25
3.9.5 Número de panículas .....	25
3.9.6 Peso de 1000 semillas .....	25
3.9.7 Rendimiento del grano .....	26
3.9.8 Análisis económico .....	26
IV. RESULTADOS .....	27
4.1 Altura de planta .....	27
4.2 Numero de macollos por metro cuadrado .....	28
4.3 Longitud por panícula .....	29
4.4 Granos por panícula .....	30
IV. CONCLUSIONES .....	35
V. RECOMENDACIONES .....	36
VI. RESUMEN .....	37
VII. SUMMARY .....	38
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	39
IX. ANEXOS .....	44
10.1 PROMEDIOS DATOS DE CAMPO .....	44
10.2 ADEVAS .....	45

## ÍNDICE DE TABLA DE ILUSTRACIONES

Tabla 1 Características de la variedad Iniap 11.....	20
Tabla 2 Tratamientos en estudios sobre el: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ), a las aplicaciones de brasinoesteroides y sus análogos en Sector San Agustín, Provincia del Guayas.....	21
Tabla 3 Análisis de varianza desarrollado bajo el siguiente esquema .....	22
Tabla 4 Número de tratamientos y repeticiones en el área experimental .....	22
Tabla 5 Altura de planta con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.....	27
Tabla 6 Numero de macollos por m <sup>2</sup> con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.....	28
Tabla 7 Longitud de panícula (cm) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.....	29
Tabla 8 Granos por panícula (cm) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.....	30
Tabla 9 Panículas por m <sup>2</sup> con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.....	31
Tabla 10 Peso de 1000 granos (g) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.....	32
Tabla 11 Rendimiento del cultivo (t/ha) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020. ....	33
Tabla 12 Análisis económico, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2020. ....	34

## I. INTRODUCCIÓN.

El arroz (*Oryza sativa* L), es uno de los cereales más importantes en la alimentación humana, a nivel mundial, en América Latina y el Caribe se siembran alrededor de 153 millones de hectáreas en el mundo, las cuales producen 608 millones de toneladas métricas de arroz cáscara. El área y la producción de arroz en América Latina representan aproximadamente el 4% del total mundial, por lo cual incrementar la producción, en América Latina es una necesidad prioritaria para asegurar el suministro del grano a la población cada vez mayor, para garantizar la disponibilidad de este alimento básico a precios favorables, para todos los estratos sociales requieren que el agricultor cuente con nuevas técnicas, y conocimientos para mejorar la producción, con énfasis en el aumento de la productividad y la rentabilidad del cultivo a nivel de campo.<sup>1</sup>

En el Ecuador, el cultivo de arroz es de gran importancia socioeconómica, según los datos registrados, existen 394 813.00 hectáreas cosechadas con una producción de 1 579 406 Tm. En la Provincia de Los Ríos existen 140 707 hectáreas sembradas, de las cuales 125 228 son cosechadas, estimándose a una producción de 449 749 Tm de arroz en cascara.<sup>2</sup>

Una de las estrategias que pudiera utilizarse para incrementar los rendimientos en estas condiciones, es la aplicación de diferentes productos ecológicamente inocuos como pueden ser los reguladores del crecimiento. Los brasinoesteroides (BR) son reguladores del crecimiento vegetal de naturaleza esteroidea. Estas hormonas tienen efectos pleiotrópicos como son: estimulación del alargamiento celular y de la desdiferenciación de protoplastos, la regeneración de la pared celular, la regulación de la diferenciación de elementos traquearios y el incremento de la biomasa y del rendimiento.<sup>3</sup>

Por lo antes expuesto, se realizará el presente trabajo experimental, en el que se evaluará el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) a las aplicaciones de brasinoesteroides y sus análogos a los 15 y 30 días después de la

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Preinversión, 2015

<sup>2</sup> Datos tomados del MAGAP. Ecuador 2012.

<sup>3</sup> Khatoon *et al.*, 2017.

siembra, con el propósito de incrementar los rendimientos por hectárea en el cultivo de arroz en el cantón Babahoyo de la provincia de Los Ríos.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

- Evaluar las aplicaciones de brasinoesteroides y sus análogos en el cultivo de arroz, bajo las condiciones de Babahoyo.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar el comportamiento agronómico y de rendimiento del cultivo de arroz bajo las aplicaciones de brasinoesteroides y sus análogos
- Identificar el tratamiento foliar de mejor comportamiento sobre el cultivo de arroz
- Analizar económicamente los tratamientos en base al rendimiento y costo de producción.

## **1.2. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:  $\mu_A = \mu_B$**  Todos los tratamientos en estudio presentan resultados estadísticos similares.

**H<sub>a</sub>:  $\mu_A \neq \mu_B$**  Al menos un tratamiento presenta diferencias en sus resultados.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen del Arroz

Países como China, Japón y Corea se adjudican el origen; de esta gramínea, estudios morfológicos señalan su trascendencia desde China. Su nombre resulta ser una adopción del griego a la lengua española llegados a través del árabe hispánico. Deriva de “arráwz”, del árabe clásico āruz(z) o aruz(z) y a su vez del griego “ορυζα” (oryza) donde proviene de su nombre científico “*Oryza sativa*” que significa literalmente "lo que se siembra" o "lo que se cultiva" (Agropedia 2019).

La especie de arroz que ha tenido una mayor distribución a nivel mundial es el *Oryza sativa* L. Esta especie se origina en el sur de la India, propagándose hacia el sureste asiático de China, Corea, Japón y probablemente a Filipinas, en una época aproximadamente superior a los 3000 años antes de Cristo. Posteriormente se introdujo al Asia occidental y a la cuenca del Mediterráneo, para luego seguir su recorrido a Egipto y al África Oriental. En el continente Europeo llegó a España por medio de la invasión de los árabes a la Península Ibérica, y a finales del siglo XV y principios del XVI se introdujo en América (INTA 2008).

El arroz es una gramínea milenaria, se tiene evidencia de que en algunos países del continente asiático se cultiva desde hace unos 10,000 años. En términos de la producción mundial de los cereales, el arroz ya supera al trigo. Aproximadamente el 90% del arroz que se cosecha en el mundo, se produce en las zonas templadas y solo el 10 % en las zonas tropicales. En las zonas templadas donde el rendimiento de grano es bastante alto, debido a una mayor cantidad de

horas luz, asimismo gran parte del arroz que se produce en estas zonas templadas, es bajo riego controlado (INIAP 2007).

## **2.2. Importancia del Arroz**

El arroz es el segundo alimento más utilizado en todo el mundo después del trigo, pero posiblemente representa el cultivo más importante debido a su papel preponderante en la seguridad alimentaria del planeta, ya que cerca de 2000 millones de personas dependen de este cultivo para su sustento diario, es por ello que en los últimos años se ha buscado incrementar los rendimientos, y estos cambios en la producción han estado sustentados fundamentalmente en la generación asistida por marcadores moleculares de nuevas variedades resistentes a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (salinidad, suelos pobres), así como variedades con mejor calidad en el grano y variedades de ciclo corto (Uribe y Melgarejo 2012).

El arroz constituye uno de los cereales básicos de la dieta humana, representando aproximadamente 20% de la ingestión mundial de energía y 15% del aporte de proteína. En los países más pobres del Asia, el consumo de arroz corresponde más de la mitad del aporte energético y proteico de esas poblaciones (Ramírez et al. 2013). Es el único cereal importante que se destina casi exclusivamente a la alimentación humana. Es rico en vitaminas y en sales minerales que cubren en un alto porcentaje las necesidades alimenticias del ser humano. Es de bajo contenido graso (1%), libre de colesterol y muy bajo en sodio (De La Cruz 2013).

Existen más de 2000 variedades de arroz sembradas en el planeta. Las diferencias se destacan a la morfología de la planta y del grano, la calidad del

grano, la resistencia al volcamiento, la precocidad, la ramificación, la resistencia y tolerancia a los factores bióticos (malezas, insectos y enfermedades) y abióticos (frío, sequía, acidez del suelo, carencias en elementos minerales primordiales, etc.) y la productividad física (Díaz y Giraldo 2012).

El cultivo de arroz, es una de las principales fuentes de alimento a nivel mundial, en medio de los continentes donde se acumula la producción de este cultivo, países como Asia, África y América Latina, por lo cual la demanda de este cereal es cada vez mayor. Se considera uno de los granos más antiguos y está vinculado al estilo de vida y la cultura, este cultivo cubre el 9 % de la tierra arable, proporciona el 21% de la energía humana global per cápita y provee el 15 % de proteína (Castro *et al.* 2014.).

El cultivo de arroz es la principal actividad y fuente de ingresos de alrededor de 100 millones de hogares de Asia y África. De los 840 millones de personas que sufren de hambre crónica, más del 50 % viven en zonas que dependen de la producción de arroz para la alimentación, los ingresos y el empleo. Cerca de las cuatro quintas partes del arroz mundial es producido por agricultores en pequeña escala (Gil 2008).

### **2.3. Taxonomía del cultivo de arroz**

Como señala Rodríguez (2013), el arroz es una Fanerógama, tipo espermatofita, subtipo: Angiosperma.

**Nombre Científico:** *Oryza sativa* L.

**Nombre común:** Arroz

**Clase:** Monocotiledóneas

**Orden:** Glumiflora

**Familia:** Gramínea

**Subfamilia:** Panicoideas

**Tribu:** Oryzae  
**Subtribu:** Oryzineas  
**Género:** Oryza  
**Especie:** sativa.

#### **2.4. Descripción morfológica**

El arroz es una hierba anual con tallos redondos, huecos y entrenudos; hojas bastante planas y una panícula terminal. Está adaptada a crecer en suelos inundados, pero también puede crecer en suelos de secano (Valladares 2010).

La planta de arroz produce dos tipos de raíces: las raíces seminales (o temporales) y las raíces adventicias (o permanentes). También se las conoce como primarias y secundaria. Las raíces seminales ramifican poco pero viven un corto tiempo luego de la germinación, y son reemplazadas por las raíces adventicias (permanentes). Las raíces adventicias nacen de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes; en el arroz flotante nacen de los nudos del tallo que está sumergido en el agua y, en algunos casos, también de los nudos aéreos. En los primeros estadios de su desarrollo, son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; en la medida en que la planta crece, las raíces se alargan, se adelgazan, se vuelven flácidas y se ramifican en abundancia (Degiovanni *et al.* 2010).

El tallo se caracteriza por ser erecto, cilíndrico, liso y hueco. Excepto los nudos, la cifra de los cuales varia en el tallo de 13 a 16. De tal forma se alargan cuatro nudos, y el internudo superior (pedúnculo) comúnmente es el más largo y lleva la panoja. El vástago desarrollado a partir del tallo principal es el primario y posteriormente le siguen otros (Torres 2013).

Las hojas del arroz, se desarrollan alternadamente a lo largo del tallo; la hoja principal se localiza en la base del tallo o de los hijos que se nombran prófido, no presenta lámina y está formado por dos brácteas aquilladas, los bordes del prófido aseguran por el dorso los hijos jóvenes al tallo; en cada nudo, excepto al nudo de la panícula, se forma una hoja, la superior que se encuentra debajo de la panícula se le conoce como la hoja bandera (Álvarez 2018).

Las flores son hermafroditas de color verde blanquecino, se encuentran en la panícula, ubicada en la parte superior del nudo apical del tallo de la planta de arroz, denominado nudo ciliar, cuyo conjunto constituye una panoja grande grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. La flor del arroz es completa; consta de seis estambres que componen anteras bicelulares y un pistilo. Consisten en el ovario, el estilo y el estigma. El ovario al madurarse, da forma al grano, que se compone de la siguientes parte que son: palea, lema, raquilla y aristas (SINAVIMO 2017).

La semilla de arroz esta formada por una estructura llamada pericarpio, conformando de esta forma un fruto llamado cariósido, el cariósido, a su vez, está incluido dentro de la lema y de la pálea, estructuras que constituyen la "cáscara". El arroz descascarado o cariósido, se conoce comercialmente como arroz integral; el cual, debido a la presencia del pericarpio, es de color café. Para obtener en definitiva el arroz blanco, que es el que se comercializa en forma masiva, primeramente se procede a la extracción del pericarpio; posteriormente, y a través de un proceso de pulido, se elimina la testa, la capa de aleurona y el embrión. El producto industrial obtenido en definitiva y que se denomina arroz blanco o pulido, corresponde al endosperma amiláceo que forma parte de las semillas (Valladares 2010).

## **2.5. El arroz en Ecuador**

El arroz es considerado como el producto de primera necesidad en nuestro país. Es el cultivo más extenso del Ecuador, ya que ocupa más de la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país, en términos sociales y productivos, el cultivo del arroz es la producción más importante del país (Lesdasa 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura (FAO), afirma que la producción de arroz en el Ecuador ocupa el lugar N° 26 a nivel mundial (2010), además considerarnos uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, agregando que en nuestro país para el año 2010, el consumo de arroz fue de 48kg por persona (Producción 2012).

En Ecuador, la producción a nivel nacional para el primer ciclo del 2016 fue de 4,16 t/ha. La provincia con mejor producción fue Loja con 8,46 t/ha; mientras que la de menor producción fue Los Ríos con 3,46 t/ha. Los problemas fitosanitarios como el vaneamiento y manchado de grano fueron las principales causas que impactaron en la productividad. El rendimiento promedio de los productores que participaron en el plan semilla fue 0,64 t/ha superior a la producción de los productores que no participaron. La propagación del cultivo en su mayoría se realizó por medio de semilla. La superficie sembrada por agricultor fue de 4,28 hectáreas en promedio (Castro 2017).

## 2.6. Etapas de crecimiento y desarrollo

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo. La fase vegetativa se refiere al período desde la germinación hasta el macollamiento. La fase reproductiva se refiere al período desde la iniciación de los primordios de la panoja hasta la floración. La etapa de la maduración se refiere al período desde la espigazón a la madurez (EcuRed 2019).

1. Germinación: A partir de la siembra hasta la emergencia del coleoptilo de la semilla
2. Plántula: A partir de la emergencia del coleoptilo hasta la aparición de la quinta hoja (contando como primera hoja la primera hoja sin lámina).
3. Macollaje: A partir de la aparición del primer macollo hasta la iniciación de la panoja.
4. Elongación y engrosamiento de vaina: A partir de la iniciación de la panoja hasta su completo desarrollo dentro de la vaina de la hoja bandera.
5. Espigazo: A partir de la aparición de la punta de la panoja fuera de la vaina de la hoja bandera hasta más de 90% de emergencia de la panoja.
6. Floración: A partir de la primera floración hasta que se completa la floración de la panoja.
7. Estado lechoso: La cariósida desde estado acuoso a lechoso.
8. Estado pastoso: La cariósida a partir de estado de masa blanda a dura.
9. Maduración: Maduración de más del 80% de las espiguillas en la panoja. La cariósida está completamente desarrollada en tamaño, duro y sin tonalidades verdosas.

## **2.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

El cultivo de arroz requiere de ciertas condiciones ambientales para su desarrollo adecuado. Esta planta necesita una temperatura óptima de 23°C para el desarrollo normal de sus raíces, tallos y hojas, temperaturas superiores a esta ocasionan que los tejidos se formen en un menor tiempo, pero con estructuras totalmente débiles. En las diferentes fases fenológicas, el cultivo necesita de una buena radiación solar, así en niveles bajos este factor puede afectar la fase vegetativa, disminuyendo los rendimientos, y ocasionando una reducción del número de granos. Además, el arroz se cultiva en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud. El tipo de suelo para un buen crecimiento debe ser de una textura fina, media, y arcillosa con buen drenaje (Vaca *et Al.* 2015).

Planta de día corto, con un fotoperiodo crítico de 12-14 horas. La sensibilidad al fotoperiodo varía entre genotipos. El fotoperiodo crítico para las variedades más sensibles es de 10 horas. Casi todas las variedades presentan mayor precocidad en ambientes de días cortos. Existen variedades insensibles al fotoperiodo (FAO 2003).

## **2.8. Nutrición en arroz**

El arroz requiere varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Estos son los elementos mayores que 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 traza e incluyen hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cloro y silicio (FAO 2003).

Una fertilización óptima en el cultivo de arroz debe contar con los siguientes nutrimentos: Nitrógeno, este macronutriente debe ser aplicado el 20% al momento de la siembra para evitar pérdidas por volatilización, el fósforo puede ser incorporado en su totalidad antes de la siembra para su asimilación completa por parte de las plantas, mientras que en el caso del potasio es recomendable aplicarlo en un 100% en la época de siembra. La dosis de cada nutriente debe determinarse respecto a las necesidades del cultivo y en base a las recomendaciones de un análisis químico del suelo, o a su vez al historial de rendimiento del cultivo (Paredes *et al.* 2015).

Los nutrientes cumplen un papel esencial y específico en la fisiología vegetal; cuando uno de estos elementos no se encuentra en las cantidades adecuadas su deficiencia en los tejidos promueve cambios en el metabolismo de la planta. Los síntomas de deficiencia nutricional son más o menos característicos de cada nutriente y dependen de la gravedad de la deficiencia. El grado de movilidad que presentan los elementos en las plantas determina la localización de los síntomas de su deficiencia. Algunos nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) se consideran muy móviles, por lo cual las plántulas deficientes en estos elementos inicialmente presentan síntomas visuales en las hojas más viejas. (Sepúlveda 2014).

## **2.9. Fertilización nitrogenada**

El nitrógeno estimula el crecimiento de tallos y hojas. Además, estimula la producción de proteínas en frutas y granos, y ayuda a que la planta utilice otros nutrientes como fósforo y potasio (Kovacik *et al.* 2007). Su principal forma de absorción por la planta es  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ . Por su gran movilidad, los primeros

síntomas se observan en hojas maduras. Su deficiencia causa falta de poder turgor y cambios de color en las hojas, las cuales primero se tornan verde claro, luego presentan clorosis y finalmente mueren; los sistemas radicales se ven reducidos.

Nitrógeno absorbido por las plantas es en forma nítrica y muy poca en forma amónica. De hecho, gran parte del amonio sufre un proceso de descomposición que lo transforma en nitrato. este elemento estimula el crecimiento al favorecer la división celular. Además, está involucrado en una gran cantidad de procesos. Uno de los más importantes es la producción de clorofila también forma parte de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Es parte fundamental de muchas enzimas y coenzimas. Así mismo está involucrado en la formación de azúcares, lípidos, celulosa y almidón (Axayacatl 2019).

El nitrógeno tiene un papel en la alimentación de las plantas como factor de crecimiento y desarrollo vegetativo. El nitrógeno es uno de los constituyentes de los compuestos orgánicos de los vegetales. El nitrógeno es uno de los macronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de cualquier cultivo. El terreno dispone naturalmente de él en forma orgánica y mineral, esta última esencial para que pueda ser absorbido por las plantas. Sin embargo, las cantidades disponibles en el suelo no son suficientes para suplir las necesidades de las plantas cultivadas, por lo que se debe aplicar un abono rico en nitrógeno (Grupolñesta 2019).

El nitrógeno es un componente fundamental del ADN, el ARN y las proteínas, sin embargo, los seres vivos no podemos disponer de él tal y como se encuentra en la atmósfera. La fijación del nitrógeno es el proceso por el que el  $N_2$  se transforma a moléculas que pueden incorporarse a la composición de los seres

vivos y el suelo (amonio, nitrito, nitrato). la fertilización de los campos agrícolas, el creciente cultivo de leguminosas y las combustiones de fábricas, vehículos y centrales térmicas son algunos de los ejemplos que influyen en el ciclo natural del nitrógeno. En la siguiente tabla se cuantifica el Nitrógeno fijado por ambos procesos expresado en Tera gramos al año (Cropti 2015).

La determinación de las dosis de fertilizante y de los momentos de aplicación a los cultivos es un proceso complejo que depende del cultivo, del rendimiento esperado, de los nutrientes disponibles en el suelo y de sus transformaciones a lo largo del ciclo de cultivo, y de las condiciones climáticas. Las necesidades de nitrógeno dependen de la especie, de la variedad, del rendimiento potencial y de la calidad de la cosecha. (Tecnicoagricola 2013).

#### **2.10. Fertilización fosfórica**

Es uno de los nutrientes más limitantes en el crecimiento y desarrollo de la planta junto con el Nitrógeno. Su deficiencia en hojas, tallos y peciolo maduros se observan de color verde oscuro o azulado o pueden ser morados, las hojas pueden verse enrolladas, las plantas tienen un desarrollo lento, la floración se demora, el sistema radical es pobre y las plantas son bastante susceptibles a infecciones (Paredes *et al.* 2015).

#### **2.11. Fertilización potásica**

Es un catalizador o activador de ciertas enzimas, participa en la osmorregulación y también en el mantenimiento del potencial de membrana (Pyo *et al.* 2010). En general, la planta con déficit de potasio se observa débil, con un sistema radical pobre, y con muy baja tolerancia a situaciones de estrés o ataques de enfermedades. La deficiencia estomática implica reducción de las tasas de transpiración e intercambio de gases (Gierth y Mäser 2007).

## 2.12. Función de los nutrientes

El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002). Hay también que añadir que la volatilización del amoníaco ( $\text{N-NH}_3$ ) se la reconoce como una de las principales vías de pérdida de nitrógeno desde fertilizantes nitrogenados de manera principal de aquellos que poseen urea en su formulación (Barbieri et al. 2010).

El fósforo es el segundo elemento de mayor importancia en lo que concierne al crecimiento de las plantas, producción de cultivos, e intervenir en la calidad de los mismos. Se considera como uno de los elementos que mayormente limita la producción agraria, hay que añadir que en el suelo existen diferentes formas químicas del fósforo de forma inorgánica y orgánica, de acuerdo a las estimaciones realizadas se ha calculado que el fósforo aplicado como fertilizante solo se aprovecha del 10 al 20 % en el transcurso del primer año mientras que los siguientes se precipita de las formas de más baja solubilidad (Lozano *et al.* 2012).

El fósforo actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular y muchos otros procesos de la planta viviente. Promueve la formación temprana y el crecimiento de raíces. El fósforo es vital para la formación de semillas cuya concentración es más alta que en cualquier otra parte de la planta madura (Diaz 2017). Una vez absorbido es muy móvil en la planta, se incorpora rápidamente al metabolismo del vegetal, en cuyo interior se producen azúcares, alcoholes, fosforados, como productos intermedios: fosfolípidos, componentes básicos de la membrana celular. Su deficiencia provoca que en el sistema radicular se desarrolle poco, y limita la capacidad nutritiva así mismo, su deficiencia provoca el desarrollo de áreas pardas en las hojas y en los pedúnculos, por su gran movilidad los síntomas se advierten primero en las hojas viejas que caen prematuramente (Palma 2015).

El potasio es el tercer elemento nutritivo de manera esencial en los

organismos vegetales es reconocido como un elemento de gran movilidad, además crea presencia al activar relevantes reacciones enzimáticas. Este elemento fomenta en gran parte la actividad fotosintética además de acelerar el flujo de productos asimilados mejorando de esta forma la translocación de productos favoreciendo a los sistemas de proteínas, además de activar la fijación de nitrógeno atmosférico y a su vez mejora la efectividad en el consumo de agua. Cuando existe deficiencia de K, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa. Estas dos condiciones presentes cuando hay deficiencia de K reducen la acumulación de carbohidratos, con consecuencias adversas en el crecimiento y producción de la planta (Murillo 2011).

Los síntomas de carencia de potasio es la reducción considerable del crecimiento, se amarillan los márgenes de las hojas y llegan a secarse, en algunos casos aparece un moteado en las hojas, los tallos son débiles, y en general toda la planta tiene menor resistencia y vigor, afectando a la calidad y conservación del producto. Uno de los síntomas de deficiencia de K más comunes es la quemadura a lo largo de los márgenes de las hojas, que aparece primero en las hojas viejas (Palma 2015).

### **2.13. Hormonas vegetales o fitohormonas**

Las fitohormonas u hormonas vegetales son hormonas que regulan de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en los tejidos vegetales, pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos. Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, caída de las hojas, floración, formación del fruto y germinación. Una fitohormona interviene en varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias fitohormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso. Las fitohormonas ejercen sus efectos mediante complejos mecanismos moleculares, que desembocan en cambios de la expresión génica, cambios en el citoesqueleto,

regulación de las vías metabólicas y cambio de flujos iónicos (Srivastava 2002).

Una definición abarcativa del término hormona es considerar bajo este nombre a cualquier producto químico de naturaleza orgánica que sirve de mensajero químico, ya que producido en una parte de la planta tiene como "blanco" otra parte de ella. Las plantas tienen cinco clases de hormonas, los animales, especialmente los cordados tienen un número mayor. Las hormonas y las enzimas cumplen funciones de control químico en los organismos multicelulares (Díaz 2017).

#### **2.14. Características**

Según Srivastava (2002) las fitohormonas presentan las siguientes características:

- Las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consisten en que son sintetizados por la planta, se encuentran en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos, y pueden actuar en el lugar que fueron sintetizados o en otro lugar, de lo cual concluimos que estos reguladores son transportados en el interior de la planta.
- Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido en el cual coinciden.
- A veces un mismo factor produce efectos contrarios dependiendo del tejido en donde efectúa su respuesta. Esto podría deberse a la interacción con diferentes receptores, siendo éstos los que tendrían el papel más importante en la transducción de la señal.
- Las plantas a nivel de sus tejidos también producen sustancias que disminuyen o inhiben el crecimiento, llamadas inhibidores vegetales. Sabemos que estas sustancias controlan la germinación de las semillas y la germinación de las plantas.
- Regulan procesos de correlación, es decir que, recibido el estímulo en un órgano, lo amplifican, traducen y generan una respuesta en otra parte de la planta. Interactúan entre ellas por distintos mecanismos:

**Sinergismo:** la acción de una determinada sustancia se ve favorecida por la presencia de otra.

**Antagonismo:** la presencia de una sustancia evita la acción de otra.

**Balance cuantitativo:** la acción de una determinada sustancia depende de la concentración de otra.

Mientras que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido.

## **2.15. Tipos de fitohormonas**

Las hormonas vegetales más importantes reconocidas actualmente son auxinas, giberlinas, citocininas, el etileno y un grupo de inhibidores; además se ha establecido la relevancia de las poliaminas, el ácido salicílico, al ácido jasmónico y los brasinoesteroides. Todas ellas son químicamente diferentes y se sintetizan en todos los órganos: raíz, tallo, hoja, fruto, semilla, etc., sin embargo, algunas tienen sitios más específicos (ejemplo: la raíz es el principal productor de citocininas). Estas hormonas ejercen su efecto ahí mismo donde se producen y/o se translocan a otros sitios para regular procesos lo cual se hace vía floema o xilema. Cada grupo hormonal tiene uno o varios compuestos; las auxinas son varias, aunque la más importante es el ácido indolacético, las giberlinas se cuentan en decenas donde la más abundante es la número 3 (ácido giberélico) pero las más activas son la 9 y la 21. De las citocininas hay los tipos adenina (como la zeatina) y fenilurea (varios compuestos), mientras que de los inhibidores existen distintos compuestos como el ácido abscísico; el etileno es una hormona individual (Rost y Weier 1999).

## **2.16. Regulación del nivel hormonal**

La cantidad de hormona que exista en un tejido en un momento determinado está regulada por varios factores. El aspecto genético es de los más críticos ya que es el que “envía” las señales básicas (una planta genéticamente enana tiene poca capacidad de síntesis de giberlinas); sin embargo, la intensidad de la expresión genética puede ser modificada por las condiciones ambientales y de manejo de los

cultivos, ya que con buen clima, agua y nutrición se puede tener mucho más crecimiento vegetativo que en condiciones adversas. Esas variables (agua, clima, nutrientes) tienen una importante función en la síntesis hormonal que regulará cuál se produce dónde y en qué momento, de tal forma que si el tejido está “sensible” a las hormonas entonces responderá fisiológicamente a ello; la respuesta final podrá ser estimulativa o inhibidora del proceso según el tipo de hormonas (Rost y Weier 1999).

## **2.17. Regulaciones fisiológicas**

Rost, T y Weier, T (1999), señalan que cada grupo hormonal tiene ciertas funciones regulatorias de procesos fisiológicos.

- Las auxinas favorecen división y elongación celular de todos los órganos, retrasan maduración de tejidos, inducen la formación de raíces, inducen la dominancia apical, induce la retención de órganos a la planta, favorece la formación de xilema.
- Las giberelinas también estimulan la división y elongación celular de órganos y retrasan la maduración de tejidos, inhiben la formación de flores (excepto en algunas especies sensibles al fotoperíodo) y de raíces, termina la dormancia de semillas y yemas, favorece la formación de floema.
- Las citocininas son hormonas protagónicas en la división celular de cualquier tejido, retrasan maduración y senescencia de tejidos, estimulan la formación de flores en algunas especies, participa en la fase terminal de la dormancia de semillas y yemas, elimina la dominancia apical, favorece formación de floema.
- El etileno inhibe el crecimiento vegetativo y de raíces, induce la maduración y senescencia de órganos, induce la caída de órganos de la planta, parece participar en la dormancia; la presencia de altas concentraciones de auxinas, giberelinas o citocininas en los tejidos (por aplicaciones hormonales) induce la síntesis de etileno y con ello sus efectos tipo.
- Además, indica que de los inhibidores es poco lo que se conoce en general, siendo más lo reportado para el ácido abscísico en particular; su presencia en las plantas induce al cierre de estomas en las hojas, induce la dormancia

de semillas, en ciertas situaciones provoca maduración y senescencia de órganos o inhibe crecimiento, no tiene un efecto regulador de la caída de órganos.

Por su parte Parra (2002), reporta que los diferentes tipos de fitohormonas presentan las siguientes regulaciones fisiológicas:

**Auxinas.** La auxina mejor conocida es el ácido Indolacético. Determina el crecimiento de la planta y favorece la maduración del fruto.

**Giberelinas.** Determina el crecimiento excesivo del tallo. Induce la germinación de la semilla.

**Ácido Abscísico.** Propicia la caída de las hojas, detiene el crecimiento del tallo e inhibe la germinación de la semilla.

**Citocininas.** Incrementa el ritmo de crecimiento celular y transforma unas células vegetales en otras.

**Floríferos.** Determinan la floración.

**Traumatina.** Estimula la cicatrización de las heridas en la planta.

## 2.18. Los brasinoesteroides

Los brasinoesteroides (BR) son considerados la sexta clase de hormonas vegetales y hasta el presente han sido aislados y caracterizados, en forma libre o conjugada, más de 50 compuestos en todas las especies vegetales (Khatoon *et al.* 2017).

Entre las respuestas a los BR se incluyen, además del efecto clásico de elongación de los tallos, efectos sobre las raíces, la foto-morfogénesis, la elongación floral, la senescencia, la división celular, el desarrollo vascular y reproductivo, la polarización de la membrana y el bombeo de protones, la regulación de las relaciones fuente/sitio de consumo y la modulación del estrés (Fridman y Savaldi 2013; Khatoon *et al.* 2017; Sharma *et al.* 2017).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del Sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizará en el km. 14,5 de la vía Babahoyo-Mata de Cacao: Recinto “San Agustín”; con coordenadas geográficas de 79° 26´ de Longitud Oeste y 1°56´de latitud sur, y con una altura de 20 m.s.n.m. perteneciente a la provincia del Guayas. (Estación Meteorológica De La Faciag).

#### 3.2 Material genético

Como material de siembra se utilizó la variedad de arroz INIAP 11, la cual presenta las siguientes características agronómicas.

**Tabla 1 Características de la variedad Iniap 11.**

<b>Rendimiento en toneladas</b>	6.0 – 9.0 tm/ha
<b>Longitud del grano</b>	7 - 9 mm
<b>Altura de planta</b>	81 - 100 cm
<b>Ciclo Vegetativo</b>	110 - 125 días
<b>Volcamiento</b>	0 - 10 %
<b>Desgrane</b>	Moderadamente susceptible
<b>Enfermedades</b>	Tolerante
<b>Hoja blanca</b>	Tolerante
<b>Vigor y Macollamiento</b>	Muy bueno

#### 3.3 Métodos

Para el presente trabajo de campo se utilizaron los métodos: Deductivo - Inductivo, Inductivo – Deductivo y Experimental.

#### 3.4 Factores en estudio

**Variable independiente:** Dosis de brasinoesteroides y sus análogos.

**Variable dependiente:** Comportamiento Agronómico del cultivo de arroz.

### 3.5 Tratamientos en estudio

Los tratamientos estuvieron constituidos por cuatro aplicaciones de brasinoesteroides y sus análogos. Las aplicaciones fueron de forma foliar respetando las funcionabilidades de los productos. Se integró un testigo absoluto sin aplicación, tal como se describe a continuación:

**Tabla 2** Tratamientos en estudios sobre el: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa*), a las aplicaciones de brasinoesteroides y sus análogos en Sector San Agustín, Provincia del Guayas.

Nº	Producto	Aplicación	*Época de aplicación (dds)	Dosis (g/ha)
T1	Gibberellic acid 0.135 g/kg + Indol-3-ylacetic acid 0.00052 g/kg + Brassinolide 0.00031 g/kg	Foliar	15-30	10
T2	Gibberellic acid 0.135 g/kg + Indol-3-ylacetic acid 0.00052 g/kg + Brassinolide 0.00031 g/kg	Foliar	15-30	20
T3	Gibberellic acid 0.135 g/kg + Indol-3-ylacetic acid 0.00052 g/kg + Brassinolide 0.00031 g/kg	Foliar	15-30	30
T4	Gibberellic acid 0.135 g/kg + Indol-3-ylacetic acid 0.00052 g/kg + Brassinolide 0.00031 g/kg	Foliar	15-30	40
T5	Testigo	Sin aplicación	-	0

Fuente: Autor

### 3.6 Diseño experimental

Se utilizó el diseño Experimental Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

### 3.7 Análisis de varianza

**Tabla 3 Análisis de varianza desarrollado bajo el siguiente esquema**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grado de Libertad</b>
Repetición	3
Tratamientos	4
Error Experimental	12
Total	19

### 3.8 Área experimental

**Tabla 4 Especificaciones del área experimental**

---

<b>Área de Unidad experimental</b>	30 m <sup>2</sup>
<b>Área útil de tratamientos</b>	20 m <sup>2</sup>
<b>Área total del trabajo experimental</b>	600 m <sup>2</sup>
<b>Plantas por Unidad experimental</b>	600 plantas
<b>Total, de plantas en el área de estudio</b>	12 000 plantas

---

Fuente: Autor

### **3.8.1 Manejo ensayo**

Para el buen desarrollo del cultivo se respetó las normas de manejo del cultivo, efectuando las prácticas y labores rutinarias, que caracterizaron el manejo del mismo, para el proceso producción.

### **3.8.2 Preparación de suelo**

La preparación de terreno se realizó mediante el uso de rastra y de fanguero con la finalidad de conseguir un buen desmenuzamiento del terreno.

### **3.8.3 Siembra**

La siembra se efectuó mediante el sistema de trasplante, establecido primero el semillero, posteriormente se trasplantaron plántulas de 20 días de edad a una distancia de siembra de 0.25 m entre hileras por 0.25 m entre plantas.

### **3.8.4 Fertilización**

La fertilización edáfica se realizó en tres fracciones 0, 20 y 40 días después del trasplante en base a las recomendaciones de la casa comercial 140 kg/ha N; 45 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 90 kg/ha K<sub>2</sub>O. El nitrógeno se aplicará en dos aportes 50% en la segunda aplicación y 50% en la tercera aplicación. El fósforo se aplicó 100 % a la siembra, y el potasio fraccionado en dos partes 50% a la siembra y 50% en la segunda aplicación. Se realizaron aplicaciones foliares de productos hormonales, según los tratamientos antes descritos.

### **3.8.5 Control fitosanitario**

Para el control preventivo de insectos como *Hydrellia* sp. se utilizó el insecticida de amplio espectro Engeo (Thiametoxam + Lambdacyhalotrina) en dosis de 200 cm<sup>3</sup>/ha a los 20 días después de la siembra. Posteriormente para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cm<sup>3</sup>/ha a los 40 días después de la siembra.

Además, para el control preventivo de enfermedades se utilizó el fungicida Nativo (Trifloxistrobin + Tebuconazole) en dosis de 0,6 l/ha a los 30 y 50 días después de la siembra.

### **3.8.6 Control de malezas**

Para el control de malezas se utilizó en preemergencia el herbicida Gamit, en dosis de 800 cc/ha, en postemergente temprana se aplicó Propanil en dosis de 4,0 L/ha a los 10 días, después de la siembra y posteriormente Checker, en dosis de 350 g/ha a los 20 días después de la siembra, calculado en 200 litros de agua.

### **3.8.7 Riego**

El riego se realizó por gravedad, con la utilización de una bomba de agua para el ingreso de la lámina de agua al cultivo, la misma que se usa de forma permanente. Sin embargo, se drenó el agua para labores de cultivo.

### **3.8.8 Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

### **3.9 Variables de estudio**

#### **3.9.1 Altura de planta (cm)**

Se lo determinó en el momento que la planta estuvo lista para la cosecha, siendo dicha medición desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula y será indicado en cm.

#### **3.9.2 Macollos/m<sup>2</sup>**

Se comprobó el número promedio de macollos/m<sup>2</sup> a los 60 días del cultivo, lanzando al azar un marco de 1m<sup>2</sup> y contabilizando el número de macollos.

#### **3.9.3 Longitud de la panícula (cm)**

Se realizó tomando en cuenta la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, exceptuando las aristas en cada individuo.

#### **3.9.4 Granos por panícula**

Se determinó el número de granos presentes por panícula (3 panículas) de cada uno de los individuos de la población.

#### **3.9.5 Número de panículas**

En el mismo metro cuadrado en que se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada parcela experimental.

#### **3.9.6 Peso de 1000 semillas**

La muestra tomada fue de 1000 semillas, teniendo el respectivo cuidado de que los mismos no estén dañados por insectos o enfermedades; luego fueron pesados en una balanza de precisión enunciando su promedio en gramos.

### 3.9.7 Rendimiento del grano

Estuvo determinado por el peso del grano proveniente del área útil de cada tratamiento. El peso se ajustó al 14% de humedad transformándose a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula:

$$Pu = \frac{Pa(100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Donde:

Pu= peso uniformizado

Pa= peso actual

ha= humedad actual

hd=humedad deseada

### 3.9.8 Análisis económico

El análisis económico se realizó en función del rendimiento y costo de producción del grano por hectárea.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Altura de planta

Los promedios de altura de planta, son mostrados en el Tabla 5. Donde el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre todos los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 7,06 % y el promedio de 123,33 para esta variable.

Sin embargo, la altura de planta del tratamiento T1 con dosis de 10 g/ha del producto evaluado obtuvo la mayor altura de planta, con 124,75 cm. Viéndose más afectado estos valores para el tratamiento sin aplicación con 121,33 cm.

**Tabla 5** Altura de planta con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.

Altura de planta				
Tratamientos	Fuente	Dosis (g/ha)	Descripción	Altura de planta (cm)
T1	GA <sub>3</sub> +AIA+B	10,00	15-30	124,75 a
T2	GA <sub>3</sub> +AIA+B	20,00	15-30	123,85 a
T3	GA <sub>3</sub> +AIA+B	30,00	15-30	123,15 a
T4	GA <sub>3</sub> +AIA+B	40,00	15-30	123,00 a
T5	Testigo	0,00	-	121,33 a
<b>Promedio</b>				123,22
<b>CV (%)</b>				7,06
<b>Tukey (5%)</b>				ns

Fuente: Autor

## 4.2 Numero de macollos por metro cuadrado

Para esta variable el análisis de varianza no reportó diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 6), siendo el coeficiente de variación 20,92 % y un promedio de 461,2.

Sin embargo, el tratamiento T2 con dosis de 20 g/ha del producto evaluado obtuvo la mayor numero de macollos por metro cuadrado, con 527,75. Siendo el tratamiento testigo (sin aplicación) quien obtuvo los valores más bajos con 381,58 macollos.

**Tabla 6 Numero de macollos por m<sup>2</sup> con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.**

Numero de macollos				
Tratamientos	Fuente	Dosis (g/ha)	Descripción	Numero de macollos (m <sup>2</sup> )
T1	GA <sub>3</sub> +AIA+B	10,00	15-30	524,75 a
T2	GA <sub>3</sub> +AIA+B	20,00	15-30	527,75 a
T3	GA <sub>3</sub> +AIA+B	30,00	15-30	446,25 a
T4	GA <sub>3</sub> +AIA+B	40,00	15-30	425,45 a
T5	Testigo	0,00	-	381,58 a
<b>Promedio</b>				461,2
<b>CV (%)</b>				20,92
<b>Tukey (5%)</b>				ns

Fuente: Autor

### 4.3 Longitud por panícula

La variable longitud por panícula, no presento diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Tabla 7), siendo el coeficiente de variación fue de 4,24% y un promedio de 26,93 cm de longitud.

Sin embargo, se puede resaltar que el tratamiento T1 con la dosis de 10 g/ha del producto evaluado, obtuvo la mayor longitud con 27,36 cm siendo superior al resto de tratamientos, en especial al tratamiento testigo que presentó el menor valor con 26,76 cm.

**Tabla 7 Longitud de panícula (cm) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.**

<b>Longitud de panícula (cm)</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Fuente</b>	<b>Dosis (g/ha)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Longitud de panícula (cm)</b>
T1	GA <sub>3</sub> +AIA+B	10,00	15-30	27,36 a
T2	GA <sub>3</sub> +AIA+B	20,00	15-30	26,80 a
T3	GA <sub>3</sub> +AIA+B	30,00	15-30	26,64 a
T4	GA <sub>3</sub> +AIA+B	40,00	15-30	27,09 a
T5	Testigo	0,00	-	26,76 a
<b>Promedio</b>				26,93
<b>CV (%)</b>				4,24
<b>Tukey (5%)</b>				ns

Fuente: Autor

#### 4.4 Granos por panícula

La variable granos por panícula, no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados (Tabla 8), siendo el coeficiente de variación de 15,26 % y un promedio de 102,97 semillas por panícula.

Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T2 con la dosis de 20 g/ha del producto evaluado, obtuvo el mayor número de semillas con 115,05 siendo superior al resto de tratamientos, en especial al tratamiento testigo que presentó el menor valor con 92,38 semillas.

**Tabla 8 Granos por panícula (cm) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.**

Numero de grano/ panícula				
Tratamientos	Fuente	Dosis (g/ha)	Descripción	Granos/ panícula
T1	GA <sub>3</sub> +AIA+B	10,00	15-30	102,78
T2	GA <sub>3</sub> +AIA+B	20,00	15-30	115,05
T3	GA <sub>3</sub> +AIA+B	30,00	15-30	100,63
T4	GA <sub>3</sub> +AIA+B	40,00	15-30	104,03
T5	Testigo	0,00	-	92,38
<b>Promedio</b>				102,97
<b>CV (%)</b>				15,26
<b>Tukey (5%)</b>				ns

Fuente: Autor

#### 4.5 Número de panículas,

La variable número de panículas por metro cuadrado, no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados (Tabla 9), siendo el coeficiente de variación de 28,46% y un promedio de 407,2 panículas por metro cuadrado.

Sin embargo, se puede evidenciar por los valores obtenidos que el tratamiento T2 con la dosis de 20 g/ha del producto evaluado, obtuvo el mayor número de panículas por metro cuadrado 481,4 siendo superior al resto de tratamientos, en especial al tratamiento testigo que presentó el menor valor con 302,0 panículas por cada metro cuadrado.

**Tabla 9 Panículas por m<sup>2</sup> con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.**

Numero de panícula en m <sup>2</sup>				
Tratamientos	Fuente	Dosis (g/ha)	Descripción	Numero de panículas m <sup>2</sup>
T1	GA <sub>3</sub> +AIA+B	10,00	15-30	469,2
T2	GA <sub>3</sub> +AIA+B	20,00	15-30	481,4
T3	GA <sub>3</sub> +AIA+B	30,00	15-30	433,5
T4	GA <sub>3</sub> +AIA+B	40,00	15-30	350,0
T5	Testigo	0,00	-	302,0
<b>Promedio</b>				407,2
<b>CV (%)</b>				28,46
<b>Tukey (5%)</b>				ns

Fuente: Autor

#### 4.6 Peso de mil semillas

La variable peso de mil semillas presento diferencias altamente significativas p-valor= 0,0096 entre los tratamientos evaluados (Tabla 10), siendo el coeficiente de variación de 3,8 % y un promedio de 33,86 gramos por mil semillas.

El tratamiento que mejor comportamiento presento fue el tratamiento T2 con la dosis de 20 g/ha del producto evaluado, que obtuvo el mayor peso por mil semillas 35,78 gramos, siendo superior al resto de tratamientos, en especial al tratamiento testigo que presentó el menor valor con 32,90 gramos.

**Tabla 10 Peso de 1000 granos (g) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.**

<b>Peso de 1000 semillas</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Fuente</b>	<b>Dosis (g/ha)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso de 1000 semillas</b>
				<b>g</b>
T1	GA <sub>3</sub> +AIA+B	10,00	15-30	31,88 b
T2	GA <sub>3</sub> +AIA+B	20,00	15-30	35,78 a
T3	GA <sub>3</sub> +AIA+B	30,00	15-30	34,45 ab
T4	GA <sub>3</sub> +AIA+B	40,00	15-30	34,28 ab
T5	Testigo	0,00	-	32,90 ab
<b>Promedio</b>				<b>33,86</b>
<b>CV (%)</b>				<b>3,8</b>
<b>Tukey (5%)</b>				<b>**</b>

Fuente: Autor

#### 4.7 Rendimiento

La variable rendimiento presento diferencias altamente significativas p-valor= <0,0001 entre los tratamientos evaluados (Tabla 11), siendo el coeficiente de variación de 1,29 % y un promedio de 6984,3 kilogramos por hectárea.

El tratamiento que mejor comportamiento presento fue el tratamiento T2 con la dosis de 20 g/ha del producto evaluado, que obtuvo el mayor rendimiento 7228,35 gramos, siendo igual estadísticamente a los tratamientos T3 y T4, pero muy superior al tratamiento T1 =6753,03 y al tratamiento T5 (testigo) = 6664,85 kg/ha.

**Tabla 11 Rendimiento del cultivo t/ha) con cuatro dosis de fertilizantes hormonales, FACIAG 2020.**

<b>Rendimiento</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Fuente</b>	<b>Dosis (g/ha)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>
T1	GA <sub>3</sub> +AIA+B	10,00	15-30	6753,03 b
T2	GA <sub>3</sub> +AIA+B	20,00	15-30	7228,35 a
T3	GA <sub>3</sub> +AIA+B	30,00	15-30	7191,55 a
T4	GA <sub>3</sub> +AIA+B	40,00	15-30	7083,45 a
T5	Testigo	0,00	-	6664,85 b
<b>Promedio</b>				6984,3
<b>CV (%)</b>				1,29
<b>Tukey (5%)</b>				**

Fuente: Autor

#### 4.8 Análisis económico

En la Tabla 12 se observa el análisis económico, El costo fijo generado para producir una hectárea de arroz es de \$ 850, dando como mayor beneficio neto cuando se utilizó el tratamiento T2 con una dosis de 20 g/ha con \$ 1289,61

**Tabla 12 Análisis económico, en el cultivo de arroz, FACIAG, 2020,**

Tratamientos			Rend, kg/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)
N°	Fuente	Dosis (g/ha)			Fijos	Variables Producto	Total	
T1	GA3+AIA+B	10,00	6753,03	\$2 028,81	\$850,00	\$22,00	\$872,00	\$1 156,81
T2	GA3+AIA+B	20,00	7228,35	\$2 171,61	\$850,00	\$32,00	\$882,00	\$1 289,61
T3	GA3+AIA+B	30,00	7191,55	\$2 160,55	\$850,00	\$42,00	\$892,00	\$1 268,55
T4	GA3+AIA+B	40,00	7083,45	\$2 128,08	\$850,00	\$52,00	\$902,00	\$1 226,08
T5	Testigo	0,00	6664,85	\$2 002,32	\$850,00	\$0,00	\$850,00	\$1 152,32

## IV.CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- En la variable peso de 1,000 semillas, el tratamiento T2 con una una dosis de 20,0 g/ha mostro diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento sin aplicación.
- En cuanto a rendimiento el mejor comportamiento presento el tratamiento T2 con la dosis de 20 g/ha, que obtuvo el mayor rendimiento 7228,35 gramos, siendo igual estadísticamente a los tratamientos T3 y T4, pero muy superior al tratamiento T5 (testigo).
- Mediante el análisis económico se pudo constatar que el mejor rendimiento económico lo obtuvimos con el tratamiento T2 con una dosis de 20 g/ha con \$ 1289,61
- Referente a las variables restantes no se presentaron diferencias significativas en los tratamientos evaluados

## V. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y análisis registrados en este trabajo experimental se proponen las siguientes recomendaciones:

- Evaluar el empleo de las fitohormonas, con la aplicación de abonos tipo orgánicos, por cuanto las fitohormonas actúan como estimuladores químicos y permiten que las plantas aprovechen de mejor manera los nutrientes que se incorporen al suelo.
- Continuar con las investigaciones en otros cultivos demostrando los niveles óptimos de hormonas, ya que los resultados pueden variar por tipo de cultivos.
- Antes de realizar cualquier tipo de fertilización, realizar análisis de suelo para identificar las necesidades de nutrición según el tipo de cultivo.

## VI. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en el km, 14,5 de la vía Babahoyo-Mata de Cacao: Recinto "San Agustín"; con coordenadas geográficas de 79° 26' de Longitud Oeste y 1°56' de latitud sur perteneciente a la provincia del Guayas, Como material de siembra se utilizó INIAP 11. Los tratamientos estuvieron constituidos por los diferentes niveles del fertilizante foliar Gibberellic acid + Indol-3-ylacetic acid + Brassinolide, en dosis de 10, 20, 30 y 40 g/ha; más un tratamiento testigo sin aplicación, Se empleó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y 4 repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95 % de probabilidad, Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como preparación de suelo, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha, Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: altura de planta, número de macollos, número de panículas, longitud de las panículas, granos por panículas, peso de 1000 granos, rendimiento, análisis económico, Por los resultados obtenidos se determinó que en la variable peso de 1,000 semillas, el tratamiento T2 con una dosis de 20 g/ha mostro diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento sin aplicación. En cuanto a rendimiento el mejor comportamiento presento el tratamiento T2 con la dosis de 20 g/ha, que obtuvo el mayor rendimiento 7228,35 gramos, siendo igual estadísticamente a los tratamientos T3 y T4, pero muy superior al tratamiento T5 (testigo), Mediante el análisis económico se pudo constatar que el mejor rendimiento económico lo obtuvimos con el tratamiento T2 con una dosis de 20 g/ha con \$ 1289,61

**Palabras claves:** Hormona, evaluación, dosis, nutrición.

## VII. SUMMARY

The present experimental work was carried out at km, 14,5 of the Babahoyo-Mata de Cacao road: "San Agustín" Campus; with geographic coordinates of 79° 26' West Longitude and 1°56' south latitude belonging to the province of Guayas, INIAP 11 was used as planting material, The treatments consisted of the different levels of the foliar fertilizer Gibberellic acid + Indol-3-ylacetic acid + Brassinolide, in doses of 10, 20, 30 and 40 g / ha; plus a control treatment without application, The Randomized Complete Blocks experimental design with five treatments and 4 repetitions was used, the significance test used was Tukey's 95% probability, All the necessary agricultural work was carried out in rice cultivation for its normal development, such as soil preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvesting, To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: plant height, number of tillers, number of panicles, length of panicles, grains per panicles, weight of 1000 grains, yield, economic analysis, Based on the results obtained, it was determined that in the variable weight of 1,000 seeds, the T2 treatment with a dose of 20 g / ha showed highly significant differences with respect to the treatment without application, Regarding yield, the best behavior was presented by treatment T2 with the dose of 20 g / ha, which obtained the highest yield 7228,35 grams, being statistically equal to treatments T3 and T4, but much superior to treatment T5 (control), Through the economic analysis it was found that the best economic performance was obtained with the T2 treatment with a dose of 20 g / ha with \$ 1289,61

**Key words:** Hormone, evaluation, dose, nutrition.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agropedia, (2019), El Cultivo de Arroz, Recuperado el 06 de Febrero de 2020, de Origen del Arroz: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-arroz/>,

ÁLVAREZ CÓRDOVA, E, 2018, CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) (en línea, sitio web), Disponible en [http://centa.gob.sv/docs/guias/granos\\_basicos/Guia\\_Centa\\_Arroz\\_2019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos_basicos/Guia_Centa_Arroz_2019.pdf),

Axayacatl, O, (2019), Nutrición vegetal: importancia del nitrógeno (N) en las plantas, Recuperado el 06 de Febrero de 2020, de blogagricultura: <https://blogagricultura.com/nutricion-vegetal-nitrogeno/>

Barbieri, Echeverria, Saíenz, & Maringolo, (2010), Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: Pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno, *CI, Suelo (Argentina)*, 28(1), 57-66,

Castro, R; Díaz, S; Álvarez, G; Morejon, R; Polón, R, 2014, EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) PARA LA PRÁCTICA DE CULTIVO DE REBROTE EN LAS CONDICIONES DE CUBA (en línea, sitio web), Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n4/ctr11414.pdf>,

Castro, 2017, Cultivos tropicales de importancia economica en Ecuador,

CROPTI, (2015), Conoces la importancia del ciclo del Nitrógeno, Recuperado el 06 de Febrero de 2020, de La fijación del Nitrógeno: <http://blog.cropti.com/ciclo-nitrogeno-importancia-medio-ambiente-fertilizacion/>

De La Cruz, J, 2013, Agronomía, Recuperado el 10 de febrero de 2020, de Morfología del Arroz: <http://melagro.blogspot.com/2013/03/morfologia-del-arroz.html>,

Degiovanni, V; Berrío, LE; Charry, RE, 2010, Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.) (en línea, sitio web), Disponible

en <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/82462/origen-ff4737f6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>,

Diaz Granados, C; Giraldo Chaparro, A, 2012, Métodos y usos agrícolas de la ingeniería genética aplicada al cultivo de arroz (en línea, sitio web), Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/37419/39790>,

Diaz, H 2017, Influencia de tres fuentes potásicas aplicadas en dos épocas sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Universidad Católica Sedes Sapientiae, Huacho, Perú, Tesis de Investigación, 51p,

Diaz, H 2017, Influencia de tres fuentes potásicas aplicadas en dos épocas sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Universidad Católica Sedes Sapientiae, Huacho, Perú, Tesis de Investigación, 51p,

EcuRed, Arroz (en línea, sitio web), Disponible en <https://www.ecured.cu/Arroz>,

FAO, (2003), Problemas y limitaciones de la producción de arroz, Manejo de los nutrientes, Recuperado el 15 de marzo de 2020, de <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm>,

Fridman, Y, y Savaldi-Goldstein, S, (2013) Brassinosteroids in growth control: How, when and where, *Plant Science* vol 209 p, 24-31,

Gierth, M; Mäser, P, 2007, Potassium transporters in plants—Involvement in K<sup>+</sup> acquisition, redistribution and homeostasis, *Federation of European Biochemical Societies, FEBS Letters*, Heidelberg, Germany, N° 581, 2348-2356 pp,

Gil, J, (2008), Cultivo de arroz Sistema intensificado SICA-SRI en Ecuador, Recuperado el 18 de Enero de 2020, de <http://sri,ciifad.cornell.edu/countries/ecuador/EcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf>,

Grupolñesta, (2019), Abono nitrogenado, Recuperado el 06 de Febrero de 2020, de Importancia del nitrógeno en las plantas: <https://www.grupoinesta.com/abono-nitrogenado/>

INIAP, (2018), El cultivo de arroz, Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/web/programa-1/>

INTA, (2008), Manual de recomendaciones del cultivo de arroz, 78, San Jose, Costa Rica,

Khatoon, H.; Singh, A.; Ahmad, F, y Kamal, A, (2017) Brassinosteroids – An Essential Steroidal Regulator: Its Structure, Synthesis and Signaling in Plant Growth and Development- A Review, International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology, vol 4 p, 88-96,

Kovacik, J; Klejdus, B; Backor, M; Repcak, M, 2007, Phenylalanine ammonialyase activity and phenolic compounds accumulation in nitrogen-deficient *Matricaria chamomilla* leaf rosettes, Plant Science, Oxford, United Kingdom, N° 172, 393-399 pp,

Lesdasa, 2018, PRODUCCIÓN DE ARROZ (en línea, sitio web), Disponible en <http://www.lesdasa.com/produccion-de-arroz/>,

Lozano, Z., Hernández, R., Bravo, C., Rivero, C., Toro, M., & Delgado, M, (2012), Disponibilidad de fósforo en un suelo de las Sabanas bien drenadas venezolanas, bajo diferentes coberturas y tipos de fertilización, Interciencia, 37(11), 820-827,

Murillo, C, (2011), Respuesta agronómica del maíz híbrido S-810 en presencia de dosis y épocas de aplicación de un promotor de crecimiento a base de un extracto de algas marinas, Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/242645735/Manual-Internacional-de-Fertilidad-deSuelos-pdf>,

Palma, B 2015, Efecto de la fertilización con NPK sobre el rendimiento de dos híbridos experimentales de maíz (*Zea mays* L.), Quevedo, 2015, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, Tesis de Grado,28p,

Paredes, M., Parada, J., & Riquelme, J, (2015), Producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA), Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Boletín INIA N° 306, Santiago, Chile,

Parra, R, 2002, Las hormonas vegetales, Biología de plantas, In Fisiología y desarrollo, 18 (4), 140-152,

Producción, 2012, La Producción de Arroz en el Ecuador (en línea, sitio web), Disponible en <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html?view=classic>,

Rodriguez Barrera, R, 2013, Efecto de la aplicación de siete niveles de extracto de algas marinas sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), (en línea, sitio web), Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2695/1/ARROZ.pdf>,

ROST, T, AND WEIER, T, 1999, Botánica: breve introducción a la biología vegetal, New York: Wiley, Pages 155-170,

Sepúlveda, Y., Claudia, M., & al., e, (2014), Caracterización de los síntomas visuales de deficiencias nutricionales en plántulas, Recuperado el 07 de Febrero de 2020, de MAG: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v38n01\\_161.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v38n01_161.pdf),

Sharma, I.; Kaur, N, y Pati, P, K, (2017) Brassinosteroids: A Promising Option in Deciphering Remedial Strategies for Abiotic Stress Tolerance in Rice, *Frontiers in Plant Science*, vol 8 p, 1-17,

SINAVIMO, 2017, Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas, Obtenido de *Oryza sativa* L (en línea, sitio web), Disponible en <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/oryza-sativa>,

SRIVASTAVA, L, 2002, Crecimiento y desarrollo de las plantas: hormonas y ambiente, Amsterdam: Academic Press, Page 140, Archivo de Internet.pdf,

SRIVASTAVA, L, 2002, Crecimiento y desarrollo de las plantas: hormonas y ambiente, Amsterdam: Academic Press, Page 140, Archivo de Internet,pdf,

Tecnicoagricola, (25 de Abril de 2013), Ciclo del nitrógeno en el suelo, Recuperado el 06 de Febrero de 2020, de Nitrógeno: <http://www,tecnicoagricola,es/ciclo-del-nitrogeno-en-el-suelo/>

Torres Mata, RA, 2013, EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES DE ARROZ(*Oryza sativa* L.) A DOS DISTANCIAS EN SIEMBRA DIRECTA BAJO EL SISTEMA DE CULTIVO EN SECAÑO EN LA COMUNIDAD DE NUSHINO ISHPINGO DEL CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA (en línea, sitio web), Disponible en [http://dspace,epoch,edu,ec/bitstream/123456789/2800/1/13T0767 .pdf,](http://dspace,epoch,edu,ec/bitstream/123456789/2800/1/13T0767.pdf)

Uribe, D,, & Melgarejo, L, (2012), Ecología de microorganismos rizosféricos asociados a cultivos de arroz de Tolima y Meta, Universidad Nacional de Colombia, , Bogota, Colombia ,

Vaca, I,, Felix, I,, Portalanza, D,, & Pilaquina, P, (2015), Guia de buenas practicas agricolas para arroz, Recuperado el 16 de Marzo de 2020, de AGROCALIDAD: [http://www,agrocalidad,gob,ec/wpcontent/uploads/2014/12/GUIA-de-BPA-para-ARROZ,pdf,](http://www,agrocalidad,gob,ec/wpcontent/uploads/2014/12/GUIA-de-BPA-para-ARROZ,pdf)

Valladares, C, 2010, Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano (en línea, sitio web), Disponible en [https://curlacavunah,files.wordpress,com/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010,pdf,](https://curlacavunah,files.wordpress,com/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010,pdf)

## IX.ANEXOS

### 10,1 PROMEDIOS DATOS DE CAMPO

TRAT	REP	Altura de planta (cm)	Macollas por (m <sup>2</sup> )	Longitud de panícula (cm)	Granos/ panícula	Panículas por m <sup>2</sup>	Peso de 1000 semillas	Rendimiento (kg/ha)
1	1	112,0	514,0	26,15	118,80	445,0	33,54	6770,2
1	2	126,0	546,0	27,40	97,20	525,0	34,01	6762,6
1	3	129,4	434,0	26,75	106,40	365,3	29,83	6749,5
1	4	131,6	605,0	29,15	88,70	541,5	30,12	6729,8
2	1	128,6	595,0	26,95	103,10	573,7	36,10	7015,0
2	2	130,4	620,0	26,50	115,90	605,3	35,30	7314,0
2	3	123,8	530,0	26,10	114,20	509,0	36,10	7296,8
2	4	112,6	366,0	27,65	127,00	237,4	35,60	7287,6
3	1	108,4	402,0	26,05	112,60	397,8	35,40	7203,6
3	2	124,4	569,0	27,35	88,10	557,3	35,70	7193,3
3	3	130,7	519,0	26,85	100,20	509,6	35,20	7176,0
3	4	129,1	295,0	26,30	101,60	269,1	31,50	7193,3
4	1	128,6	541,7	27,90	80,70	466,0	35,80	6957,5
4	2	121,4	317,2	25,30	96,70	226,0	33,40	7308,3
4	3	127,5	509,4	28,45	110,40	434,0	33,60	7066,8
4	4	114,5	333,5	26,70	128,30	274,0	34,30	7001,2
5	1	128,8	429,3	28,40	60,60	258,0	32,90	6670,0
5	2	123,4	333,3	25,75	95,50	258,0	33,00	6657,4
5	3	124,9	429,9	26,70	106,80	386,0	33,40	6667,7
5	4	108,2	333,8	26,20	106,60	306,0	32,30	6664,3

## 10,2 ADEVAS

### Altura de planta (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta (cm)	20	0,2	0	7,06

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	224,81	7	32,12	0,42	0,8692
TRAT	25,53	4	6,38	0,08	0,9857
REP	199,28	3	66,43	0,88	0,4801
Error	908,6	12	75,72		
Total	1133,41	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,61199

Error: 75,7167 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	124,75	4	4,35	A
2	123,85	4	4,35	A
3	123,15	4	4,35	A
4	123,00	4	4,35	A
5	121,33	4	4,35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=16,33885

Error: 75,7167 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
3	127,26	5	3,89	A
2	125,12	5	3,89	A
1	121,28	5	3,89	A
4	119,2	5	3,89	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Macollas por (m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Macollas por (m <sup>2</sup> )	20	0,48	0,18	20,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103182,21	7	14740,32	1,58	0,2308
TRAT	65236,8	4	16309,2	1,75	0,2032
REP	37945,41	3	12648,47	1,36	0,302
Error	111653,28	12	9304,44		
Total	214835,49	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=217,40578

Error: 9304,4402 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	524,75	4	48,23	A
2	527,75	4	48,23	A
3	446,25	4	48,23	A
4	425,45	4	48,23	A
5	381,58	4	48,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=181,12185

Error: 9304,4402 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	496,4	5	43,14	A
3	484,46	5	43,14	A
2	477,1	5	43,14	A
4	386,66	5	43,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Longitud de panícula (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de panícula (cm)	20	0,16	0	4,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,97	7	0,42	0,33	0,9277
TRAT	1,37	4	0,34	0,26	0,8965
REP	1,61	3	0,53	0,41	0,7488
Error	15,66	12	1,31		
Total	18,64	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,57493

Error: 1,3052 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	27,36	4	0,57	A
2	26,8	4	0,57	A
3	26,64	4	0,57	A
4	27,09	4	0,57	A
5	26,76	4	0,57	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,14519

Error: 1,3052 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
4	27,2	5	0,51	A
1	27,09	5	0,51	A
3	26,97	5	0,51	A
2	26,46	5	0,51	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Granos/ panicula

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos/ panicula	20	0,38	0,02	15,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1842,51	7	263,22	1,07	0,4391
TRAT	1059,32	4	264,83	1,07	0,4121
REP	783,19	3	261,06	1,06	0,4031
Error	2961,87	12	246,82		
Total	4804,38	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=35,40938

Error: 246,8225 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	102,78	4	7,86	A
2	115,05	4	7,86	A
3	100,63	4	7,86	A
4	104,03	4	7,86	A
5	92,38	4	7,86	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=29,49973

Error: 246,8225 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
4	110,44	5	7,03	A
3	107,6	5	7,03	A
2	98,68	5	7,03	A
1	95,16	5	7,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Paniculas por m2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Paniculas por m2	20	0,47	0,16	28,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	142273,06	7	20324,72	1,51	0,2519
TRAT	97480,66	4	24370,17	1,81	0,1908
REP	44792,4	3	14930,8	1,11	0,3825
Error	161125,12	12	13427,09		
Total	303398,18	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=261,16620

Error: 13427,0930 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	469,2	4	57,94	A
2	481,35	4	57,94	A
3	433,45	4	57,94	A
4	350	4	57,94	A
5	302	4	57,94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=217,57888

Error: 13427,0930 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
3	440,78	5	51,82	A
2	434,32	5	51,82	A
1	428,1	5	51,82	A
4	325,6	5	51,82	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Peso de 1000 semillas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 1000 semillas	20	0,7	0,53	3,8

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,31	7	6,76	4,09	0,0161
TRAT	36,2	4	9,05	5,47	0,0096
REP	11,11	3	3,7	2,24	0,1361
Error	19,85	12	1,65		
Total	67,15	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,89842

Error: 1,6537 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	31,88	4	0,64	B
2	35,78	4	0,64	A
3	34,45	4	0,64	A
4	34,28	4	0,64	A
5	32,9	4	0,64	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,41469

Error: 1,6537 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	34,75	5	0,58	A
2	34,28	5	0,58	A
3	33,63	5	0,58	A
4	32,76	5	0,58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0,92	0,87	1,29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1110541,15	7	158648,74	19,64	<0,0001
TRAT	1071520,4	4	267880,1	33,17	<0,0001
REP	39020,75	3	13006,92	1,61	0,2388
Error	96914,64	12	8076,22		
Total	1207455,79	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=202,54897

Error: 8076,2202 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,		
1	6753,03	4	44,93		B
2	7228,35	4	44,93	A	
3	7191,55	4	44,93	A	
4	7083,45	4	44,93	A	
5	6664,85	4	44,93		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=168,74457

Error: 8076,2202 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
2	7047,12	5	40,19	A
3	6991,36	5	40,19	A
4	6975,24	5	40,19	A
1	6923,26	5	40,19	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )