



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



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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y
rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”.

AUTOR:

Adrián Olmedo Rodríguez Guayes

TUTOR:

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y
rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”.

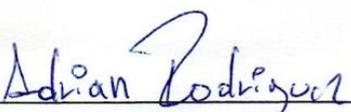
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSC.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Miguel Cabezas Goyes
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA.
VOCAL PRINCIPAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.



Adrián Olmedo Rodríguez Guayes

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado principalmente a Dios por darme salud y fuerzas, por haberme iluminado con su infinita bondad y amor para lograr mis objetivos y haber llegado a este punto sin el no hubiera sido posible nada. Decir que todo esto lo logre solo sería mentirme a mí mismo porque gracias a el quien guio a mis padre con sabiduría bondad y esperanza para así poder depositar todo su esfuerzo en mi

A mis Padres Olmedo Rodriguez Chica y Vanessa Guayes Palacios que siempre han querido lo mejor para mí y por ser parte fundamental en todo lo que he logrado, por sus consejos, por sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracteriza y que me han inculcado siempre.

A mis Hermanos y hermanas Pamela, Christian, Sandy y mis sobrinos Samuelito y Tiffany por alentarme en momentos difíciles.

A mis amigos y a todas esas personas que Dios ha puesto en mi camino para culminar con éxito mi carrera.

Adrián Olmedo Rodríguez Guayes

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por haberme dado la fuerza para lograr la meta que me propuse, a mis queridos padres Olmedo Rodríguez y Vanessa Guayes a mis hermanos Pamela Christian y Sandy, por su apoyo incondicional durante todos estos años de estudios.

A las autoridades y profesores de esta prestigiosa Universidad por contribuir con el inicio, ejecución, desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

Al Sr. Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MSC, Tutor de esta tesis, por la confianza depositada en mí, por su guía, solidaridad y apoyo técnico permanente, durante todo el proceso de investigación.

Al Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MBA, Presidente del tribunal de tesis, a la Ing. Agr. Miguel Goyes Cabezas, MBA, Miembro del tribunal de tesis, al Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA, Miembro del tribunal de tesis, por su orientación en este trabajo investigativo.

Adrián Olmedo Rodríguez Guayes

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos	2
II.	MARCO TEÓRICO	3
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	Características del sitio experimental.....	18
3.2.	Material genético.....	18
3.3.	Métodos	19
3.4.	Factores estudiados.....	19
3.5.	Tratamientos	19
3.6.	Diseño experimental	20
3.6.1.	Diseños de las parcelas experimentales.....	20
3.7.	Análisis de varianza	20
3.8.	Manejo del ensayo	21
3.8.1.	Preparación del terreno	21
3.8.2.	Siembra	21
3.8.3.	Riego	21
3.8.4.	Fertilización.....	21
3.8.5.	Control de malezas	21
3.8.6.	Control fitosanitario	22
3.8.7.	Cosecha.....	22
3.9.	Datos evaluados	22
3.9.1.	Días de floración	22
3.9.2.	Días maduración.....	22
3.9.3.	Altura de planta.....	22
3.9.5.	Número de macollos	22
3.9.6.	Número de panículas.....	23
3.9.7.	Longitud de panículas.....	23
3.9.8.	Granos por panícula	23
3.9.9.	Relación grano paja	23
3.9.10.	Rendimiento del cultivo	23
3.9.11.	Análisis económico	24
IV.	RESULTADOS	25

4.1. Días a floración	25
4.2. Días a maduración	25
4.3. Altura de planta	26
4.4. Número de macollos/m ²	27
4.5. Número de panículas/m ²	27
4.6. Longitud de panícula	28
4.7. Granos por panículas	29
4.8. Rendimiento	30
4.9. Análisis económico.....	31
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
VI. RESUMEN.....	35
VII. SUMMARY	37
VIII. LITERATURA CITADA	39
APÉNDICE	43
Cuadros de resultados y análisis de varianza	44
Fotografías	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos estudiados,	19
Tabla 2. Concentración de los productos utilizados	20
Tabla 3. Días a floración y maduración,	26
Tabla 4. Altura de planta, en la.....	27
Tabla 5. Número de macollos y panículas/m ² ,.....	28
Tabla 6. Longitud de panículas y granos por panículas,	29
Tabla 7. Rendimiento (kg/ha), en la influencia	30
Tabla 8. Costo fijo/ha, en la influencia de hormonas de crecimiento.....	31
Tabla 9. Análisis económico/ha,.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figuras 1, Macollos / m2	52
Figuras 2. Número de plantas en 1 metro cuadrado	52
Figuras 3. Longitud de espiga	53
Figuras 4. Cosecha	53
Figuras 5. Evaluación.....	53
Figuras 6. Visita del Ing. Marlon López Izurieta.....	53
Figuras 7. Visita del Tutor Ing. Fernando Cobos Mora.....	53
Figuras 8. Cultivo en desarrollo.....	53

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) representa en nuestro país un cultivo de vital importancia socioeconómica por su fácil manejo de producción, disposición de tecnología adecuada, por lo que es una valiosa alternativa de producción nacional que mejora la economía de pequeños y grandes productores, incrementando la productividad y generando empleo a la mayor parte de la población rural de nuestra provincia.

Este cultivo, por considerarse como el alimento básico de consumo para la población nacional e internacional se encuentra en constante investigación, lo que pretende con ello aumentar su producción y rentabilidad.

En nuestro país se cultivan alrededor de 343 396 ha con rendimiento promedio de 1`239 269 toneladas¹. Las principales provincias productoras son Guayas y Los Ríos.

La planta de arroz durante su desarrollo reacciona por una serie de factores ambientales entre los que se destacan temperatura, suelo, luminosidad, precipitación y labores del cultivo como son fertilización, control de malezas y control fitosanitario.

El arroz, como cualquier cultivo, necesita para su crecimiento, disponer de nutrientes necesarios en cantidades adecuadas suministrados por el suelo o por una fertilización balanceada.

La producción agrícola sustentable necesita que las plantas obtengan un crecimiento sano y un rendimiento rentable, es por ello la utilización de los promotores de crecimiento, que son productos que proporcionan un crecimiento inicial a las plantas dando origen a una mayor cantidad de granos por unidad de superficie y además aportan para el mayor desarrollo de raíces (longitud,

¹ Fuente: INEC. 2016. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

volumen y número de raíces). Dichos productos pueden reemplazar o disminuir el uso de los fertilizantes químicos y en la actualidad se reconocen sus beneficios complementarios y aditivos².

El bajo rendimiento de grano por unidad de superficie, es uno de los principales problemas debido al desconocimiento de la aplicación de promotores de crecimiento para el desarrollo y producción del cultivo de arroz.

El presente trabajo experimental tuvo como finalidad investigar la influencia de los promotores de crecimiento para el buen comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.

1.1.2. Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del arroz a los tratamientos evaluados.
- Indicar la mejor dosis del promotor de crecimiento solo y en mezcla.
- Analizar económicamente los tratamientos en función del costo de producción.

² Carvajal, J. y Mera, A. 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000200007.

II. MARCO TEÓRICO

Méndez (2018) difunde que el arroz es uno de los cereales (con el trigo) más producidos y consumidos en el mundo y cultivado en los 5 continentes, pero concentrado en Asia. El cultivo pertenece a un mercado relativamente pequeño (30 Mt) y marginal (7 % de la producción mundial). Las disponibilidades exportables concentradas en Asia son de 78 % de la oferta mundial.

FAO (2017) informa que el pronóstico de la FAO sobre las entregas mundiales de arroz en 2018 se sitúa ahora en 45,8 millones de toneladas, es decir, sólo 340 000 toneladas por debajo del nivel de 2017 y ligeramente por encima de las previsiones de octubre. Las perspectivas relativamente optimistas reflejan principalmente las expectativas de que la demanda de importaciones se mantendrá firme en Asia, debido a las mayores compras de Arabia Saudita, Filipinas e Indonesia, en particular.

En cambio, las importaciones deberían de estabilizarse en los Estados Unidos y Europa, y disminuir en África y en América Latina y el Caribe, desalentadas por la abundancia de suministros locales y un ligero aumento de los precios internacionales.

Para Hernández (2014) el arroz es una gramínea muy famosa por sus semillas. El grano de arroz constituye el segundo alimento más utilizado del mundo después del trigo y el primero en Asia. Naciones de grandes poblaciones como la China o la India basan fundamentalmente su alimentación en este alimento. Podemos decir entonces que casi la mitad de la población mundial depende de este cereal. Originariamente, el arroz era una planta cultivada en seco pero con las mutaciones se convirtió en semi-acuática. Aunque puede crecer en medios bastante diversos, crecerá más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo.

Infoagro (2018) indica que el cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo.

Valverde (2017) señala que el arroz 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. También es importante en el tema nutricional, ya que esta gramínea es la que mayor aporte de calorías brinda de todos los cereales y está presente en la mesa de la mayor parte de las familias a nivel mundial.

Hernández (2014) manifiesta que el arroz contiene una relativa pequeña cantidad de proteínas (comparada con otros cereales), el contenido de gluten ronda el 7 % de peso, comparado con el 12% de los trigos de bajo contenido de proteína. No obstante, posee más lisina que el trigo, el maíz y el sorgo. Contiene grandes cantidades de almidón en forma de amilasa (que le proporciona cohesión a los granos). El otro contenido de almidón en el arroz, tras la amilasa, es la amilopectina.

El arroz limpio, ya desprovisto de su salvado, suele tener menos fibra dietética que otros cereales y por lo tanto más digestivo, puede ser un alimento de sustento a pesar de su bajo contenido en riboflavina y tiamina. Proporciona mayor contenido calórico y proteínas por hectárea que el trigo y el maíz. Es por esta razón por la que algunos investigadores han encontrado correlaciones entre el crecimiento de la población así como la expansión de sus cultivos (Hernández, 2014).

Ecuaquímica (2017) divulga que el arroz es el cultivo más extenso del Ecuador, 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, pero el cultivo de arroz también es importante en el tema nutricional ya que esta gramínea es la que mayor aporte de calorías brinda de todos los cereales. Los sistemas de manejo de la producción arrocería dependen de la estación climática, zona de cultivo, disponibilidad de infraestructura de riego, ciclo vegetativo, tipo y clase de suelo niveles de explotación y grados de tecnificación.

Hernández (2014) expresa que el arroz posee una elevada posición entre los cereales al considerar su aporte energético en calorías así como en proteínas. La biodiversidad le coloca en un 66 %, no obstante posee poca proteína comparado con otros cereales.

De acuerdo a Infoagro (2018) los suelos inundados ofrecen un ambiente único para el crecimiento y nutrición del arroz, pues la zona que rodea al sistema radicular, se caracteriza por la falta de oxígeno. Por tanto para evitar la asfixia radicular, la planta de arroz posee unos tejidos especiales, unos espacios de aire bien desarrollados en la lámina de la hoja, en la vaina, en el tallo y en las raíces, que forman un sistema muy eficiente para el paso de aire. El aire se introduce en la planta a través de los estomas y de las vainas de las hojas, desplazándose hacia la base de la planta.

El oxígeno es suministrado a los tejidos junto con el paso del aire, moviéndose hacia el interior de las raíces, donde es utilizado en la respiración. Finalmente, el aire sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una interfase de oxidación-reducción.

Valverde (2017) menciona en Ecuador y Los Ríos no es la excepción, ya que se considera al arroz como un producto de primera necesidad. Los sistemas de manejo de la producción arrocería dependen de la estación climática, zona de cultivo, disponibilidad de infraestructura de riego, ciclo vegetativo, tipo y clase de suelo niveles de explotación y tecnificación.

Ecuaquímica (2017) aclara que la mayor área sembrada de arroz en el país está en la Costa, pero también se siembra en las estribaciones andinas y

en la Amazonía pero en cantidades poco significantes. Apenas dos provincias, Guayas y Los Ríos, representan el 83 % de la superficie sembrada de la gramínea en el Ecuador.

Otras provincias importantes en el cultivo son Manabí con 11 %, Esmeraldas, Loja y Bolívar con 1 % cada una; mientras que el restante 3 % se distribuye en otras provincias. En cuanto a la producción, de forma correspondiente, Guayas y Los Ríos tienen el 47 % y 40 % respectivamente. Manabí el 8 % y las restantes provincias productoras representan producciones menores y por tanto, su rendimiento también es más bajo que las principales zonas productoras.

Secretaría de Agricultura y Ganadería (2013), sostiene que el efecto de una nutrición adecuada en el cultivo de arroz, es muy conveniente, pues además de asegurar una buena productividad del cultivo, también favorece otros aspectos, por ejemplo: las plantas resisten mejor el ataque de plagas y enfermedades, debido a que las plantas crecen vigorosas. Una fertilización apropiada promueve el crecimiento de las raíces y las plantas pueden soportar mejor los efectos adversos de la sequía.

Y a la vez la absorción de nutrientes es mayor, cuanto mayor sea el desarrollo del sistema radicular de la planta, aspecto que a la vez favorece la oxigenación del terreno y la circulación de agua en el suelo.

La decisión de fertilizar, de la clase y la cantidad de fertilizantes a utilizar, depende en gran parte de la fertilidad residual o natural del suelo, del cultivo a sembrar, de la variedad a cultivar, de la densidad de siembra e incluso de la disponibilidad de agua, de la fecha de siembra y de otros factores inherentes al cultivo, etc.

En esa consideración no se pueden dar recomendaciones generales, por lo que en este Manual solo se plantean algunos criterios sobre la nutrición y fertilización del cultivo de arroz, que se refuerzan según la experiencia y el conocimiento del cultivo por parte del productor y por otra parte por el historial de suelo y por las recomendaciones indicadas según los resultados de los análisis del suelo y de los análisis foliares de la plantación (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 2013).

CANNA (2018) comenta que las hormonas son moléculas orgánicas que ya en pequeñas cantidades pueden influir en la fisiología de plantas y animales. Las hormonas juegan un papel importante en el crecimiento, la floración y la maduración.

Murillo (2017) afirma que desde su descubrimiento a principios del siglo XX las 'hormonas' vegetales han provocado un enorme esfuerzo de investigación. Hoy ya son una herramienta agronómica fundamental, en particular en fruticultura, pero que genera cierta confusión entre los agricultores cuando se utilizan como si fueran equivalentes términos tales como fitohormonas u hormonas vegetales, biorreguladores o reguladores de crecimiento y bioestimulantes.

Garza *et al.* (2015) definen que en los últimos años ha cobrado importancia el uso de la fitohormona basado en brassinoesteroides como promotora del crecimiento y del desarrollo de las plantas, o bien, para reducir el estrés en condiciones de sequía. Su uso ha incrementado significativamente el rendimiento en otros cultivos que en sorgo, para el cual no existen precedentes.

Montenegro (2018) reporta que la planta forma continuamente compuestos hormonales que tienen funciones específicas en su desarrollo y actúan regulando procesos de crecimiento, diferenciación o especialización de tejidos, madurez, entre otros. Las principales hormonas son las auxinas, las giberelinas, las citocininas, el etileno, el ácido abscísico, los brasinoesteroides, el ácido salicílico, los jasmonatos, y las poliaminas.

Según CANNA (2018), las hormonas se producen en cualquier parte de la planta y se transportan por toda ella. Expresado de forma simplificada, se puede decir que se trata de señales que pueden ser emitidas o recibidas por cualquier parte de la planta. Una hoja, por ejemplo, puede enviar una señal a la punta de un tallo para que crezcan flores. Las fitohormonas más conocidas son la auxina, la giberelina, la citocinina, el etileno y el ácido abscísico. Además, se han adjudicado efectos parecidos a los de las hormonas a los brasinosteroides,

los salicilatos y los jasmonatos.

Romero (2014) relata que las hormonas vegetales o fitohormonas son compuestos naturales producidos en la planta y son los que definen en buena medida el desarrollo, se sintetizan en una parte u órgano de la planta a concentraciones muy bajas (menos de una parte por millón) y actúan en ese sitio y se trasladan a otro en donde regulan eventos fisiológicos definidos (estimulan, inhiben o modifican el desarrollo).

Los nutrientes quedan fuera de éste término porque las plantas no los producen, sino los toman, asimismo los aminoácidos y enzimas por encontrarse a mayores concentraciones en la planta. En general las hormonas se encuentran en todas partes de las plantas y en todo momento, aunque eventualmente se concentran en los sitios de mayor demanda.

Lami *et al.* (2011) exponen que una de las características que se presenta en los cultivos, debido a las altas temperaturas, es la pobre o ninguna producción de polen por lo que se hace necesario la utilización de fitohormonas o compuestos químicos sintéticos de estructuras similares, a través de las cuales se puede conseguir el cuajado del fruto cuando la polinización o la fecundación no son espontáneas. Debido a la necesidad de encontrar métodos más eficientes que permitan lograr mayor productividad por cosecha se emplean diferentes tipos de agroquímicos con fitohormona sintética inductora y favorecedora del cuajado de frutos.

Joaquín *et al.* (2016) aseguran que se ha indicado que con la manipulación de la densidad de macollos, fertilización nitrogenada y la selección de la fecha óptima de cosecha, se puede mejorar el rendimiento de semilla. Sin embargo, existen reportes que el rendimiento y la calidad de la semilla se podrían mejorar aún más con la aplicación de reguladores del crecimiento, ya que según la concentración y momento de aplicación, se sincroniza la floración y se uniformiza la maduración de las semillas.

Murillo (2017) estima que una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que trabaja en muy bajas

concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales. Se reconocen 5 grupos de fitohormonas principales y en general se las divide en estimuladoras e inhibidoras de crecimiento. Entre las primeras: auxinas, giberelinas y citoquininas, y entre las segundas: etileno y ácido abscísico. Desde hace tiempo que se investigan otras familias de hormonas, por ejemplo, los brasinoesteroides, pero éstos aún no son de uso común en la agricultura comercial.

EcuRed (2018) argumenta que muchos fisiólogos prefieren llamarlas sustancias de crecimiento vegetal en lugar de hormonas vegetales, puesto que este término incluye a compuestos naturales (endógenos) y sintéticos que modifican el crecimiento y desarrollo. Las que son sintetizadas por las plantas se conocen como sustancias nativas de crecimiento o fitohormonas, mientras que las otras son denominadas sustancias sintéticas de crecimiento. Es usual que se denominen según la actividad fisiológica que realiza la sustancia. Como por ejemplo, sustancias de crecimiento de las hojas, sustancias de crecimiento radical y hormona de la floración.

Cardoso (2015) apunta que las hormonas vegetales o fitohormonas son sustancias que existen en la naturaleza y permiten acelerar el crecimiento de las plantas, el proceso de floración y el desarrollo del fruto. El empleo de fitohormonas es muy conocido en el sector agrícola, ya sea en la producción de hortalizas, frutas o vegetales. Sin embargo, a pesar de ser un mercado amplio y de grandes beneficios económicos, hoy se abastece al 100 por ciento de las importaciones.

Montenegro (2018) refiere que en la agricultura actual, existen en el mercado de agroquímicos distintos productos que contienen las hormonas antes referidas y/o ingredientes similares (algunos mencionados de forma abierta en la etiqueta y otros evitándolo), así como otros con compuestos distintos que también ejercen efecto tipo hormona; todos ellos se pueden utilizar para regular procesos fisiológicos y con ello mejorar el rendimiento y/o la calidad de las cosecha, la vida poscosecha o alguna etapa operativa de manejo del cultivo.

Murillo (2017) describen que los productos de síntesis (químicos) y se acuñó el término 'regulador de crecimiento', el que permite ampliar la definición de 'hormona' desde: compuestos producidos internamente por la planta, hasta: compuestos sintetizados u obtenidos de otros organismos. Hoy en agricultura los reguladores de crecimiento son principalmente utilizados.

Para EcuRed (2018) generalmente las sustancias de crecimiento naturales sintéticas pueden ser clasificadas en tres grupos principales: hormonas promotoras del crecimiento conocidas como las auxinas, las giberelinas y las citoquininas; supuestas hormonas promotoras, como el florígeno, la antesina y el ácido traumático, cuyas estructuras aún no son conocidas; y hormonas inhibitoras del crecimiento como el ácido abscísico (ABA), el etileno, los compuestos fenólicos y otros.

Caraveo (2012) indica que un sistema radicular que se regenera y se ramifica constantemente, garantiza el permanente aporte de hormonas naturales y una buena absorción de agua y nutrimentos durante todo el ciclo productivo. Eso ayuda enormemente a conservar las buenas tallas y el buen peso de los frutos.

Cardoso (2015) informa una de las ventajas de las hormonas es que se utilizan en cantidades muy pequeñas para estimular sus efectos. Hay que tener cuidado con las dosis aplicadas ya que si en algún momento se sobrepasa en concentración el efecto es reversible, es decir, se crean plantas enanas con frutos pequeños. Por lo que es importante conocer la porción que requiere cada especie y saber en qué etapa de su desarrollo se deben aplicar para obtener mejores resultados.

Joaquín *et al.* (2016) señalan que se ha demostrado que estos reguladores del crecimiento, aplicados después del inicio de la floración, incrementan la cantidad de semillas por inflorescencia, así como el peso de las semillas y en consecuencia el rendimiento de semilla pura. Sin embargo,

estudios recientes señalan la importancia de las hormonas esteroidales en el incremento del rendimiento de semilla en cereales. Por ejemplo, en arroz, la aplicación de este tipo de hormonas, durante la floración, incrementó el rendimiento en 11 %, mientras que su aplicación en trigo incrementó hasta en 30 % el número de semillas por panícula.

Murillo (2017) explica que las aplicaciones agronómicas de reguladores de crecimiento, compuestos en general mucho más potentes que sus análogos naturales, revisten aspectos críticos que deben ser considerados: oportunidad de aplicación, dosis, sensibilidad de la variedad, condición de la planta, etc. Porque de otra forma no se logra el efecto buscado o, incluso, hasta se puede obtener el efecto contrario.

Díaz (2018) expresa que las hormonas vegetales o fitohormonas son compuestos naturales producidos en las plantas y son las que definen en buena medida el desarrollo. Se sintetizan en una parte u órgano de la planta a concentraciones muy bajas (< 1 ppm) y actúan en ese sitio o se translocan a otro en donde regulan eventos fisiológicos definidos (estimulan, inhiben o modifican el desarrollo). Los nutrimentos quedan fuera de este término porque las plantas no los producen, sino los toman, así mismo los aminoácidos y enzimas por encontrarse a mayores concentraciones en la planta. En general las hormonas se encuentran en todas partes de la planta y en todo momento, aunque eventualmente se concentran más en los sitios de mayor demanda.

Murillo (2017) menciona que las fitohormonas son señales químicas que facilitan la comunicación entre células y coordinan sus actividades. El control de la respuesta hormonal se realiza a través de cambios de concentración y de sensibilidad de los tejidos a esas sustancias. Estos compuestos no son producidos por glándulas específicas y una misma fitohormona puede biosintetizarse en diferentes puntos de la planta. Su regulación es descentralizada y no siempre las fitohormonas son transportadas largas distancias dentro de la planta, ya que muchas veces actúan sobre el mismo tejido que las libera. Un buen ejemplo de esto último es el del etileno, que madura la fruta que lo produce.

Diggobe (2012) aclara que son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas. 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, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la 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.

Romero (2014) sostiene que las durante el desarrollo de una planta tienen lugar una serie de eventos fisiológicos como la germinación, el desarrollo vegetativo y la formación de flores y frutos. Estos eventos se regulan a partir de una orden genética de la especie o variedad, que indica a la planta el momento y sitio específico de síntesis de fitohormonas para que estas a su vez, regulen el evento fisiológico en cuestión, y la aparición o no de un evento, o bien su aparición parcial.

Díaz (2018) corrobora que la presencia hormonal es crítica para que el evento se presente. Por el contrario, si está ausente, en poca cantidad o en otro sitio distinto, el evento no se presenta o se manifiesta muy pobremente. Sin embargo, las plantas no solo producen fitohormonas, sino también otros compuestos como los aminoácidos, vitaminas, enzimas, proteínas, etc., formándolos a partir del suministro de nutrimentos.

Estos compuestos no regulan como tal los eventos, pero si participan de una manera muy significativa en su expresión. Hasta este momento existe mucha investigación en relación a las hormonas vegetales, donde figuran las auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, y el ácido abscísico, como las más

estudiadas. Otras hormonas como las poliaminas, brasinoesteroides, jasmonatos, ácido salicílico y estrigolactonas han sido menos estudiadas y utilizadas en campo, pero son igual de importantes en la regulación de eventos fisiológicos y es claro que existen otros compuestos del tipo hormonal en las plantas que apenas están siendo caracterizados.

De acuerdo a Murillo (2017) las hormonas vegetales no tienen efectos específicos, de modo que una misma fitohormona actúa sobre muchos procesos, de la misma forma que sobre un proceso específico pueden actuar varias fitohormonas. Además, una misma hormona tiene diferentes efectos según el momento y el órgano en el cual actúa y como los efectos de las distintas fitohormonas se sobreponen, la regulación que ejercen debe comprenderse desde la perspectiva de una interacción entre los distintos grupos.

Díaz (2018) acota que las hormonas pueden actuar solas o en conjunto y pueden regular diversos eventos fisiológicos, pero el punto clave es el balance entre ellas, algunas son “protagónicas” de los eventos, pero necesitan de otras para ser más eficientes en los procesos, de este hecho proviene el término “bioactividad” hormonal, que indica la capacidad de una hormona para regular un evento fisiológico adecuadamente.

EcuRed (2017) publica que las fitohormonas son compuestos orgánicos producidos por vegetales que, en pequeñas cantidades, promueven o modifican algún proceso fisiológico. Se clasifican en Auxinas, Giberelinas, Citoquininas y Etileno.

Romero (2014) describe que hasta este momento existe mucha investigación en relación a las hormonas vegetales, donde figuran las auxinas, giberelinas, citocininas, etileno y el ácido abscísico, como las más estudiadas. Otras hormonas como las poliaminas, brasinoesteroides, jasmonatos, ácido salicílico y estrigolactonas han sido menos estudiadas y utilizadas en campo, pero son igual de importantes en la regulación de eventos fisiológicos y es claro que existen otros compuestos de tipo hormonal en las plantas que apenas están siendo caracterizados.

Caraveo (2012) señala que no importa de qué cultivo se trata, a todos les encantan las hormonas y responden a ellas con mejores producciones. Las raíces proliferan y ramifican abundantemente gracias a las hormonas. El número de flores y frutos se incrementa también gracias a las hormonas, que también incrementan la calidad de los frutos cosechados.

Torres *et al.* (2012) mencionan que existen reportes que el rendimiento y la calidad de la semilla, se podría mejorar aún más con la aplicación de reguladores del crecimiento, ya que según el tipo de regulador, concentración y momento de aplicación, se sincroniza la floración y se uniformiza la maduración de las semillas. Estudios recientes señalan la importancia de las hormonas esteroidales en el incremento de la producción de cultivos agrícolas.

Por ejemplo, en arroz, la aplicación de este tipo de hormonas, durante el ahijamiento e inicio del espigamiento, incrementó el rendimiento de grano en 43 %, en frijol y maíz, con tres aplicaciones durante el desarrollo vegetativo el incremento fue de 68 y 109 %, respectivamente, mientras que su aplicación en trigo incrementó hasta en 30 % el número de semillas por panícula.

EcuRed (2017) aclara que la fitohormonas o también llamadas hormonas vegetales son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas. Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos.

- Se originan en las células meristemáticas y se distribuyen a través de células o vasos hasta las células diana, donde ejerce su acción.
- Son activas en muy pequeñas cantidades y se destruyen con rapidez tras ejercer su acción.
- Actúan sobre las células de manera coordinada de forma que las respuestas de la misma dependen de la concentración de las hormonas que llegan allí.

Hoyos (2008) menciona que las citoquininas fueron descubiertas en la década de 1950 como factores que promueven la proliferación celular y mantienen el crecimiento de tejidos vegetales cultivados in vitro. Poco después de su descubrimiento Skoog y Miller propusieron que la formación de órganos en las plantas se debe al balance existente entre las citoquininas y las auxinas. Usando cultivos de tabaco, demostraron que un balance alto de auxinas favorecía la formación de raíces, mientras que un balance alto de citoquininas favorecía la formación de tallos.

Aparte de su papel como reguladores de la formación de nuevos órganos, las citoquininas también intervienen en la apertura de estomas, supresión de la dominancia apical e inhibición de la senescencia de las hojas entre otros procesos. In vitro la citoquinina más utilizada es la 6- Bencilaminopurina (BAP).

Edifarm (2016) indica Cytokin es una hormona natural reguladora del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de las plantas, promueve el brote y desarrollo de las yemas, espigas y flores, mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor de la productividad de la planta. Cytokin aplicado al suelo sirve para transportar nutrientes a la parte aérea de las plantas y contribuir a su turgencia; además ayuda a combatir el envejecimiento de las células.

Las citoquininas son necesarias para el crecimiento de las plantas, son producidas en la punta de la raíz posteriormente se dispersan a otras partes de la planta donde son necesarias para regular el proceso celular, incluyendo el crecimiento de la raíz. La aplicación de CYTOKIN, provee una fuente suplementaria de citoquinina para la cosecha y de esta manera, se asegura que el crecimiento de la raíz continúe y que los niveles de citoquinina se mantengan durante los períodos críticos de florecimiento, de desarrollo y cuando sale el fruto (Edifarm, 2016).

Bayer Crop Science (2017) sostiene que Ergostim XG es un estimulante que activa, sin alterarlos, los procesos metabólicos de las plantas cultivadas, actuando en dos sentidos:

- Incremento de producción: al proporcionar grupos tiólicos, que aumentan la

actividad metabólica y enzimática de las plantas, favoreciendo el desarrollo vegetativo y produciendo una mayor y mejor cosecha.

- Superación de estados de estrés, que pueden derivar de una sequía, heladas, fitotoxicidad, etc. Aumenta el nivel de prolina en el vegetal, lo que proporciona a su vez, un aumento de la actividad metabólica. Materia activa: 6,1 % (p/p) aminoácidos libres (1,96 % de N total; 1,14 % N orgánico); 6,1 % glycina.

Agrinova Science (2017) señala que Fosfito potasio (FITASIO) es un formulado altamente concentrado a base de fósforo y potasio. El ión fosfito induce la síntesis de fitoalexinas por lo que le confiere a la planta una mayor resistencia frente a posibles enfermedades causadas por hongos (*Phytophthora* spp.) y bacterias.

Fortalece el tallo y las raíces; de este modo, los daños provocados por patógenos son menores. Previene las podredumbres en condiciones de alta humedad relativa. El potasio interviene en los mecanismos de regulación hídrica de la planta, en la formación de proteínas y en la síntesis de hidratos de carbono (almidón y celulosa). Actúa como activador en los procesos de respiración celular y posibilita la conformación activa de numerosas enzimas que participan en los procesos metabólicos.

Así mismo, regula el transporte por el floema de los productos resultantes de la fotosíntesis, incrementa la resistencia a heladas, sequía y enfermedades criptogámicas, aumenta la resistencia mecánica de los tallos, potencia el sistema radicular y participa en el desarrollo y maduración de los frutos (Agrinova Science, 2017).

Agrinova Science (2017) menciona que Fosfito magnesio (Phosmagnesio) es un formulado NP enriquecido con magnesio, en la que el fósforo se presenta en forma de fosfito. El ión fosfito promueve la síntesis de fitoalexinas y tiene poder antifúngico. El nitrógeno potencia el desarrollo de la planta. El magnesio favorece la asimilación de CO₂, la absorción de P y la producción de azúcares.

Phosmagnesio fortalece las defensas naturales de las plantas, haciéndolas más resistentes a condiciones ambientales, nutricionales y/o patológicas adversas. Estimula el proceso de la fotosíntesis. Proporciona plantas de mayor vigor, crecimiento vegetativo, floración y fructificación. Previene a los cultivos de posibles podredumbres en condiciones de alta humedad. Con PHOSMAGNESIO, el cultivo se encuentra preparado ante cualquier posible amenaza, lo que se traduce finalmente en un elevado rendimiento productivo (Agrinova Science, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos del Proyecto de Riego CEDEGE de propiedad del Sr. Edison Javier Solarte Calero, ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo - Montalvo, entre las coordenadas geográficas 277438,26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 °C, una precipitación anual 2329,8 mm; humedad relativa 82 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual.³ El suelo es de topografía plana, textura franco - arcilloso y drenaje regular.

3.2. Material genético

Se utilizó semillas certificadas de la variedad de arroz INIAP 16, cuyas características agronómicas son las siguientes:

Descripción	Características
Rendimiento	5 a 9 t/ha en riego 4,3 a t/ha en seco
Ciclo vegetativo	117 a 140 días en riego 106 a 120 días en seco
Altura de planta	83 a 117 cm en riego 93 a 109 cm en seco
Panículas/planta	14 a 25
Granos llenos/panícula	145
Peso de 1000granos (g)	27
Longitud del grano	7,7 mm
Acame de planta	Resistente
<i>Tagasodes oryzicolus</i>	Resistente
<i>Pyricularia grisea</i>	Resistente
Hoja blanca	M. resistente
Latencia en semanas	7 a 8

³ Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2017

3.3. Métodos

En el siguiente ensayo se utilizaron los métodos; deductivo, inductivo, empírico, experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Productos promotores de crecimiento.

Variable dependiente: Comportamiento de cultivo de arroz.

3.5. Tratamientos

Se evaluaron los tratamientos que se indican en el Cuadro siguiente:

Tabla 1. Tratamientos estudiados, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos		
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha
T1	Cytokin	500
T2	Ergostim	500
T3	Fosfito potasio	500
T4	Fosfito magnesio	500
T5	Cytokin + Fosfito Potasio	500 + 500
T6	Cytokin + Fosfito Magnesio	500 + 500
T7	Ergostim + Fosfito Potasio	500 + 500
T8	Ergostim + Fosfito Magnesio	500 + 500
T9	Testigo	Solo con fertilización base

Tabla 2. Concentración de los productos utilizados en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Productos	Concentración
Cytokin	Citoquinina 0,01 %
Ergostim	6,1% (p/p) aminoácidos libres (1,96% de N total; 1,14% N orgánico); 6,1% glycina.
Fosfito potasio	Fósforo (P ₂ O ₅): 30,0 % p/p. Potasio (K ₂ O): 20,0 % p/p.
Fosfito magnesio	Fósforo (P ₂ O ₅): 30,0 % p/p. Nitrógeno (N): 3,0 % p/p. Magnesio (MgO): 7,0 % p/p.

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones.

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Diseños de las parcelas experimentales

Las parcelas experimental tuvieron diámetro de 3,0 x 5,0 m la separación entre repeticiones fue de 1,0 m, dando una área del ensayo de 550 m².

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

FV	GL
Repeticiones	2
Tratamientos	8
Error experimental	16
Total	26

3.8. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo.

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó mediante dos pasos de romplow y uno de rastra liviana, con el propósito de que el suelo quede suelto para depositar la semilla.

3.8.2. Siembra

La siembra se efectuó en forma manual al voleo, con una densidad de 100 kg/ha, con semilla pre germinada. El pre germinado consistió en colocar la semilla durante 24 horas sumergida en agua y 36 horas a la sombra para que se inicie el proceso de germinación y cuando eso sucedió se esparció sobre la parcela con la lámina más fina posible de no más de tres centímetros.

3.8.3. Riego

El cultivo de arroz se manejó bajo el sistema de riego, manteniendo lámina de agua conforme requerimiento hídrico de cultivo (1200 mm/ha), distribuidos durante el ciclo del cultivo.

3.8.4. Fertilización

La fertilización foliar se realizó con productos a base de promotores de crecimiento, tal como se detalla en el Cuadro 1. Los promotores de crecimiento se aplicaron a los 25 y 40 días con las dosis propuestas para cada una. La fertilización edáfica se efectuó con nitrógeno (urea), fósforo (súper fosfato triple) y potasio (muriato de potasio) se aplicó en dosis de 120 kg + 40 kg + 70 kg, donde el nitrógeno se aplicó a los 20 – 35 y 50 días después de la siembra, el fósforo y potasio a los 20 dds.

3.8.5. Control de malezas

Como herbicida postemergente se utilizó Bioso 800 WG (*Propanil*) en dosis de 4,0 kg/ha a los 12 días después de la siembra y Noweed 10 WP (*Pyrazosulfuron ethyl*) en dosis de 250 g/ha a los 30 días después de la siembra,

con bomba de mochila CP 3 calibrada para un gasto de agua de 200 L/ha.

3.8.6. Control fitosanitario

Se efectuaron monitoreos en forma periódica y se detectó la presencia de *Syngamia* sp, la que se controló con Bolido (Clorpirifos) en dosis de 1,5 L/ha a los 25 y 43 días después de la siembra

3.8.7. Cosecha

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

3.9. Datos evaluados

Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se tomaron los siguientes datos:

3.9.1. Días de floración

Para determinar el periodo de floración, se contabilizó el tiempo transcurrido entre la siembra y cuando el cultivo alcanzó más del 50 % de la floración.

3.9.2. Días maduración

El tiempo a la maduración se evaluó cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica adecuada.

3.9.3. Altura de planta

La altura de las plantas se tomó al momento de la cosecha en diez plantas al azar, dentro de un marco de 1,0 m², midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente. Los valores se expresaron en centímetros.

3.9.5. Número de macollos

Dentro de área útil de cada parcela experimental en 1,0 m², se contó a la cosecha en número de macollos.

3.9.6. Número de panículas

En el mismo metro cuadrado que se evaluó el número de macollos se contabilizaron las panículas al momento de la cosecha.

3.9.7. Longitud de panículas

La longitud de panículas estuvo determinada por la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula más sobresaliente, excluyendo las aristas; se tomaron diez días panículas al azar por parcela experimental y su promedio se expresó en centímetros.

3.9.8. Granos por panícula

Al momento de la cosecha se tomaron diez panículas al azar por cada parcela experimental y se contaron los granos para luego poder obtener un promedio de granos por panícula.

3.9.9. Relación grano paja

Estuvo determinada por la relación del peso de los granos y peso de la paja a un mismo porcentaje de humedad. Esto se determinó en el mismo metro cuadrado que se evaluaron las variables anteriores.

3.9.10. Rendimiento del cultivo

Esta variable se evaluó por el peso de los granos proveniente del área útil de cada parcela experimental, ajustado al 14 % de humedad. Sus resultados se transformaron en kg/ha⁴.

Para ajustar los pesos se utilizará la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Pu = peso uniformizado

Pa = peso actual

⁴ Fuente: Arboleda, M. 2016. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Ha = humedad actual

Hd = humedad deseada

3.9.11. Análisis económico

Se realizó un análisis económico simple en función del rendimiento del grano en kg/ha y al costo de cada uno de los tratamientos calculando los costos fijos y variables para determinar el beneficio neto.

IV. RESULTADOS

4.1. Días a floración

En lo que refiere a la variable días a floración, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas, según se observa en el Cuadro 3.

Según el tratamiento aplicado con Ergostim en dosis de 500 cc/ha floreció en mayor tiempo, estadísticamente igual a Fosfito potasio 500 cc/ha; Ergostim + Fosfito potasio 500 cc + 500 cc/ha y superiores estadísticamente al resto de productos. La aplicación de Fosfito magnesio 500 cc/ha produjo floración precoz con 73 días.

El promedio general fue 77 días y el coeficiente de variación 1,63 %.

4.2. Días a maduración

El análisis de varianza mostró diferencias significativas, el promedio general fue 106 días y el coeficiente de variación 1,68 % (Tabla 3).

El uso de Cytokin en dosis de 500 cc/ha fue el tratamiento que maduró en mayor tiempo (109 días), estadísticamente igual a los demás, excepto con la aplicación de Ergostim 500 cc/ha que maduró en menor tiempo (103 días).

Tabla 3. Días a floración y maduración, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Días a floración	Días a maduración
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha		
T1	Cytokin	500	74 de	109 a
T2	Ergostim	500	81 a	103 b
T3	Fosfito potasio	500	78 abc	104 ab
T4	Fosfito magnesio	500	73 e	107 ab
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	76 cde	105 ab
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	75 cde	107 ab
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	80 ab	104 ab
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	75 cde	105 ab
T9	Testigo	Solo con fertilización base	77 bcd	104 ab
Promedio general			77	106
Significancia estadística			**	*
Coeficiente de variación (%)			1,63	1,68

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

*= significativo

**= altamente significativo

4.3. Altura de planta

El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 115,5 cm y el coeficiente de variación 1,29 %.

En la Tabla 4, se muestra que el uso de Ergostim + Fosfito magnesio en dosis de 500 cc + 500 cc superó con promedios de 120,0 cm de altura de planta, estadísticamente igual a los tratamientos donde se utilizó 500 cc/ha; Fosfito magnesio 500 cc/ha; Cytokin + Fosfito magnesio 500 cc + 500 cc/ha; Ergostim + Fosfito potasio 500 cc + 500 cc/ha y superior estadísticamente al resto de tratamientos. El menor promedio lo obtuvo el tratamiento testigo, solo con fertilización base (110,0 cm).

Tabla 4. Altura de planta, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Altura de planta a la cosecha
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	
T1	Cytokin	500	112,0 cd
T2	Ergostim	500	116,0 abc
T3	Fosfito potasio	500	114,7 bc
T4	Fosfito magnesio	500	118,3 ab
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500+500	114,7 bc
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 +500	118,0 ab
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 +500	116,0 abc
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500+ 500	120,0 a
T9	Testigo	Solo con fertilización base	110,0 d
Promedio general			115,5
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,29
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey			
**= altamente significativo			

4.4. Número de macollos/m²

El andeva detectó diferencias altamente significativas, con promedio general de 296 macollos/m² y coeficiente de variación de 1,25 % (Tabla 5).

Cuando se utilizó Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha se reportó 338 macollos/m², estadísticamente igual a los demás tratamientos. El menor valor lo presentó el tratamiento testigo solo con fertilización base, con 261 macollos/m².

4.5. Número de panículas/m²

Los promedios de panículas/m² se observan en la misma Tabla 5. No se

presentaron diferencias significativas según el análisis de varianza, el promedio general fue 268 panículas/m² y el coeficiente de variación 7,31 %.

Aplicando Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha se alcanzó 297 panículas/m² y cuando se utilizó Ergostim en dosis de 500 cc/ha se obtuvo 247 panículas/m².

Tabla 5. Número de macollos y panículas/m², en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Número de macollos/m ²	Número de panículas/m ²
Nº	Producto	Dosis cm ³ /ha		
T1	Cytokin	500	270 ef	249
T2	Ergostim	500	274 e	247
T3	Fosfito potasio	500	291 d	250
T4	Fosfito magnesio	500	285 d	253
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	312 c	281
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	306 c	272
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	338 a	297
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	327 b	290
T9	Testigo	Solo con fertilización base	261 f	274
Promedio general			296	268
Significancia estadística			**	ns
Coeficiente de variación (%)			1,25	7,31

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

ns= no significativo

**= altamente significativo

4.6. Longitud de panícula

El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,65 %.

En la variable el uso de Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha (24,7 cm), fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, cuyo menor promedio fue para el tratamiento testigo (21,5 cm).

4.7. Granos por panículas

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en la variable granos por panícula, el promedio general fue 86 granos por panícula y el coeficiente de variación 1,84 %.

El tratamiento Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha alcanzó mayor promedio con 94 granos por panícula, estadísticamente superior a los demás tratamientos, cuyo menor promedio fue para el tratamiento testigo con 74 granos por panícula.

Tabla 6. Longitud de panículas y granos por panículas, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Longitud de panículas	Granos por panículas
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha		
T1	Cytokin	500	22,0 cd	83 c
T2	Ergostim	500	22,4 cd	85 bc
T3	Fosfito potasio	500	22,8 bc	85 bc
T4	Fosfito magnesio	500	22,2 cd	87 bc
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	22,8 bc	88 b
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	22,6 bc	87 bc
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	24,7 a	94 a
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	23,5 b	89 b
T9	Testigo	Solo con fertilización base	21,5 d	74 d
Promedio general			22,7	86
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			1,65	1,84

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey
 **= altamente significativo

4.8. Rendimiento

En la Tabla 7, se observan los valores de rendimiento (kg/ha). El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas, el promedio general fue 4743,2 kg/ha y el coeficiente de variación 0,18 %.

El tratamiento Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha obtuvo mayor peso con 5554,3 kg/ha, estadísticamente superior a los demás tratamientos. El tratamiento testigo con 3930,5 kg/ha obtuvo el menor promedio.

Tabla 7. Rendimiento (kg/ha), en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Rendimiento
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	(kg/ha)
T1	Cytokin	500	4224,4 g
T2	Ergostim	500	4359,4 f
T3	Fosfito potasio	500	4801,0 d
T4	Fosfito magnesio	500	4752,9 e
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	4980,9 c
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	4963,8 c
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	5554,3 a
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	5122,0 b
T9	Testigo	Solo con fertilización base	3930,5 h
Promedio general			4743,2
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			0,18

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey
**= altamente significativo

4.9. Análisis económico

En la Tabla 8, se presentan los costos fijos por ha que fue de \$ 904,0, y el análisis económico reportó que el tratamiento Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha obtuvo mayor beneficio neto con \$ 425,08 (Tabla 9).

Tabla 8. Costo fijo/ha, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	250,00	250,00
Semilla	sacos	2	110,00	220,00
Jornales	ha	4	12,00	48,00
Rastra y Romplow	u	3	25,00	75,00
Riego	u	8	9,00	72,00
Brioso (4 kg)	funda	1	12,00	12,00
Noweed (250 g)	funda	1	23,00	23,00
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Bolido	L	1,5	11,30	16,95
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Sub Total				860,95
Administración (5%)				43,05
Total Costo Fijo				904,00

Tabla 9. Análisis económico/ha, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Rend. kg/ha	sacas/ ha	Valor de produc ción (USD)	Costo de producción (USD)					Beneficio neto (USD)	
N°	Producto	Dosis/ha				Fijos	Horm onas	Fertiliza ción base	Jornales para tratamien tos	Cosecha + Transpor te		Total
T1	Cytokin	500 cc	4224,4	46,5	1533,4	904,0	42,00	218,90	180,00	162,64	1507,54	25,91
T2	Ergostim	500 cc	4359,4	48,0	1582,5	904,0	31,80	218,90	180,00	167,84	1502,54	79,91
T3	Fosfito potasio	500 cc	4801,0	52,8	1742,8	904,0	42,60	218,90	180,00	184,84	1530,34	212,41
T4	Fosfito magnesio	500 cc	4752,9	52,3	1725,3	904,0	40,50	218,90	180,00	182,99	1526,39	198,91
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 cc + 500 cc	4980,9	54,8	1808,1	904,0	84,60	218,90	180,00	191,76	1579,26	228,79
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 cc + 500 cc	4963,8	54,6	1801,8	904,0	82,50	218,90	180,00	191,11	1576,51	225,34
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 cc + 500 cc	5554,3	61,1	2016,2	904,0	74,40	218,90	180,00	213,84	1591,14	425,08
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 cc + 500 cc	5122,0	56,3	1859,3	904,0	72,30	218,90	180,00	197,20	1572,40	286,88
T9	Testigo	Solo con fertilización base	3930,5	43,2	1426,8	904,0	0,00	218,90	180,00	151,33	1454,23	-27,44

Cytokin = \$ 42,0 (L)

Ergostim = \$ 31,80 (L)

Fosfito potasio = \$ 42,60 (L)

Fosfito magnesio = \$ 40,50 (L)

Urea = \$ 23 (50 kg)

Súper fosfato triple = \$ 24,0 (50 kg)

Muriato de potasio = 24,50 (50 kg)

Jornal = \$ 12,00

Costo Saca de 200 lb= \$ 33

Cosecha + transporte = \$ 3,50

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- Los productos probados tuvieron influencia positiva sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.
- Aplicando Fosfito magnesio en dosis de 500 cc/ha el cultivo floreció en menor tiempo, mientras que con el uso de Cytokin en dosis de 500 cc/ha maduró en menor tiempo.
- La mayor altura de planta se registró en el tratamiento que se aplicó Ergostim + Fosfito magnesio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha.
- El tratamiento que se utilizó Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha obtuvo mayor número de macollos y panículas/m², longitud de panículas y granos por panículas.
- El mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto lo presentó la aplicación de Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha con \$ 425,08.

Por lo expuesto se recomienda:

- Emplear la variedad de arroz Iniap 16 en siembra comercial por responder favorablemente al uso de hormonas de crecimiento.
- Aplicar como hormona de crecimiento Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.
- Efectuar investigaciones utilizando las hormonas vegetales con otras dosis y bajo otras condiciones agroecológicas.

VI. RESUMEN

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos del Proyecto de Riego CEDEGE de propiedad del Sr. Edison Javier Solarte Calero, ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo - Montalvo, entre las coordenadas geográficas 277438,26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 °C, una precipitación anual 2329,8 mm; humedad relativa 82 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual. El suelo es de topografía plana, textura franco - arcilloso y drenaje regular.

Se utilizó semillas certificadas de la variedad de arroz INIAP 16. Los objetivos planteados fueron determinar el comportamiento agronómico del arroz a los tratamientos evaluados, indicar la mejor dosis del promotor de crecimiento solo y en mezcla y analizar económicamente los tratamientos en función del costo de producción.

Se evaluaron los tratamientos con productos a base de hormonas de crecimiento con dosis/ha como Cytokin 500 cc, Ergostim 500 cc, Fosfito potasio 500 cc, Fosfito magnesio 500 cc, Cytokin + Fosfito potasio 500 cc + 500 cc, Cytokin + Fosfito magnesio 500 cc + 500 cc, Ergostim + Fosfito potasio 500 cc + 500 cc, Ergostim + Fosfito magnesio 500 cc + 500 cc y Tratamiento testigo solo con fertilización base. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con diez tratamientos y tres repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de probabilidad. Las parcelas experimental tuvieron diámetro de 3,0 x 5,0 m la separación entre repeticiones fue de 1,0 m, dando una área del ensayo de 550 m².

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como preparación del terreno, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario, cosecha. Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se tomaron los datos de días de

floración y maduración, altura de planta a la cosecha, número de macollos y panículas, longitud de panículas, granos por panícula, relación grano – paja, rendimiento del cultivo y análisis económico.

Por los resultados obtenidos se determinó que las hormonas de crecimiento influyeron positivamente sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz; aplicando Fosfito magnesio en dosis de 500 cc/ha el cultivo floreció en menor tiempo, mientras que con el uso de Cytokin en dosis de 500 cc/ha maduró en menor tiempo; la mayor altura de planta se registró en el tratamiento que se aplicó Ergostim + Fosfito magnesio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha; el tratamiento que se utilizó Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha obtuvo mayor número de macollos y panículas/m², longitud de panículas y granos por panículas y el mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto lo presentó la aplicación de Ergostim + Fosfito potasio en dosis de 500 cc + 500 cc/ha con \$ 425,08.

VII. SUMMARY

The present experimental work was established in the lands of the CEDEGE Irrigation Project owned by Mr. Edison Javier Solarte Calero, located at Km 12 of the Babahoyo - Montalvo highway, between the geographical coordinates of 277438.26 UTM of West longitude and 110597, 97 UTM south latitude; with a height of 8 m.s.n.m. The zone presents a humid tropical climate, with an average annual temperature of 25.60 ° C, an annual rainfall of 2329.8 mm; relative humidity 82% and 998.2 hours of annual average heliophany. The soil is flat topography, loamy clay texture and regular drainage.

We used certified seeds of the INIAP 16 rice variety. The objectives were to determine the agronomic behavior of rice to the treatments evaluated, indicate the best dose of the growth promoter alone and in a mixture and economically analyze the treatments according to the cost of production. .

The treatments were evaluated with products based on growth hormones with doses / ha such as Cytokin 500 cc, Ergostim 500 cc, Phosphite potassium 500 cc, Phosphite magnesium 500 cc, Cytokin + Phosphite potassium 500 cc + 500 cc, Cytokin + Phosphite magnesium 500 cc + 500 cc, Ergostim + Phosphite potassium 500 cc + 500 cc, Ergostim + Phosphite magnesium 500 cc + 500 cc and Control treatment only with base fertilization. The experimental design of Complete Blocks at Random was used, with ten treatments and three repetitions. The mean comparisons were made with the Tukey multiple range test at 95% probability. The experimental plots had a diameter of 3.0 x 5.0 m, the separation between repetitions was 1.0 m, giving a test area of 550 m².

All the necessary agricultural work was done in rice cultivation for its normal development, such as land preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control, harvest. In order to correctly estimate the effects of the treatments, data were taken on the days of flowering and ripening, plant height at harvest, number of tillers and panicles, length of panicles, grains per panicle, grain-straw ratio, yield of the crop and economic analysis.

Based on the results obtained, it was determined that the growth hormones positively influenced the development and yield of the rice crop; applying Phosphite magnesium in a dose of 500 cc / ha the crop flourished in less time, while with the use of Cytokin in a dose of 500 cc / ha it matured in less time; the highest plant height was recorded in the treatment that was applied Ergostim + Phosphite magnesium in doses of 500 cc + 500 cc / ha; the treatment that was used Ergostim + Phosphite potassium in doses of 500 cc + 500 cc / ha obtained greater number of tillers and panicles / m², length of panicles and grains per panicles and the highest yield of the crop and net benefit was presented by the application of Ergostim + Phosphite potassium in doses of 500 cc + 500 cc / ha with \$ 425.08.

VIII. LITERATURA CITADA

Agrinova Science. (2017). Producto Fosfito potasio. Disponible en http://www.agri-nova.com/productos/fosfito_potasico.htm

Agrinova Science.. (2017). Producto Fosfito de magnesio. Disponible en http://www.agri-nova.com/productos/fosfito_de_magnesio.htm

Bayer Crop Science. (2017). Producto Ergostim®XG. Disponible en <https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Diversos/Ergostim-XG.aspx>

CANNA. (2018). Hormonas vegetales. Disponible en http://www.canna.es/hormonas_vegetales

Cardoso, M. (2015). Hormonas de crecimiento. Disponible en <http://www.teorema.com.mx/general/hormonas-de-crecimiento/>

Caraveo, S. (2012). Foro sobre La fisiología vegetal y el uso de hormonas en la producción de cultivos. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/foros/foro-sobre-fisiologia-vegetal-t11547/>

Díaz, D. (2018). Las Hormonas Vegetales en las Plantas. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>

Diggobe, A. (2012). Las hormonas vegetales. Manual de cultivos perennes. Bogotá, Co. Pg. 8-9

Ecuaquímica. (2017). Arroz del Ecuador, Panorama Nacional. Disponible en https://www.ecuaquimica.com.ec/info_tecnica_arroz.pdf

Edifarm. (2016). Vademécum agrícola. Producto Cytokin, regulador de

crecimiento. División de publicaciones técnicas. ISBN 978-9942-906-33-5. Pág. 273

EcuRed. (2017). Las fitohormonas. Disponible en <https://www.ecured.cu/Fitohormonas>

Ecured (2018). Las auxinas. Disponible en https://www.ecured.cu/Auxina#Mecanismos_de_acci.C3.B3n

FAO. (2017). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO (SMA). Disponible en <http://www.fao.org/economic/est/publicaciones/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/>

Garza-Cano, I.; Pecina, V.; Díaz, A.; Williams, H.; Ramírez, J. (2015). Sorgo cultivado con biofertilizantes, fitohormonas y fósforo inorgánico Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 4. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 581-586

Hernández, A. (2014). Perfil Económico Arroz. Centro de exportación e inversión de la Republica Dominicana CEI-RD. Pág. 4, 18

Hoyos, J.; Perea, C.; Velasco, R. (2008). Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de fitohormonas en la micropropagación del plátano dominico hartón (Musa AAB Simmonds). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca, Popayán. Vol 6 No. 2. Pág. 101.

Infoagro. (2018). El cultivo del arroz. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>

Joaquín, B.; Moreno, M.; Martínez, P.; Hernández, A.; Gómez, A; Pérez, J. (2016). Efecto de la fitohormona esteroideal cidef-4 en el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea Técnica Pecuaria en México, vol. 44, núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Mérida, México. Pág. 10

Lamí, L.; Díaz, M.; García, C.; Mesa, M.; Cabrera, M.; Lores, M.; Crespo, D.; Álvarez, A. (2011). Obtención y generalización del empleo de una fitohormona sintética para aumentar el rendimiento del tomate y otros frutos ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 45, núm. 2. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba. pp. 10-18

Méndez, P. (2018). Análisis del Mercado Mundial del Arroz. Centre de Coop Centre de Coopération Internationale en rasion Internationale en Recherche Agronomique pour le Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) veloppement (Cirad). XVI Jornadas Técnicas de Arroz, Zaragoza. Confederación de Cooperativas Agrarias de España. Disponible en http://www.infoarroz.org/portal/uploadfiles/20080212142543_9_analisis_del_mercado_mundial_de_arroz__patricio_mendez_del_villar.pdf

Montenegro, M. (2018). Función de biorreguladores en el desarrollo del cultivo. Disponible en <http://www.hortalizas.com/miscelaneos/funcion-de-biorreguladores-en-el-desarrollo-del-cultivo/>

Murillo, L. (2017). Fitohormonas: reguladores de crecimiento y bioestimulantes. Disponible en <http://www.redagricola.com/cl/fitohormonas-reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>

Romero, J. (2014). Hormonas vegetales y biorreguladores para la agricultura. Disponible en <https://www.valoragricultura.com/single-post/2014/12/30/Hormonas-vegetales-y-biorreguladores-para-la-agricultura>

Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG). (2013). Manual técnico para el cultivo de arroz. (Oryza sativa). Programa del arroz. Comayagua, Honduras. Pág. 34 -35

Torres, B.; Moreno, M.; Cancino, S.; Hernández, A.; Pérez, J.; Gómez, A. (2012).

Rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania usando la fitohormona esterooidal cidef-4 Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, vol. 1, núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Morelos, México. pp. 237-249

Valverde, J. (2017). El cultivo de arroz en invierno. Disponible en <https://lahora.com.ec/noticia/1101910467/el-cultivo-del-arroz-en-el-invierno>

APÉNDICES

Cuadros de resultados y análisis de varianza

Tabla 10. Días a floración, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	74	77	72	74
T2	Ergostim	500	83	79	81	81
T3	Fosfito potasio	500	78	79	78	78
T4	Fosfito magnesio	500	73	74	73	73
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	75	77	76	76
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	76	75	74	75
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	81	79	79	80
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	75	76	75	75
T9	Testigo	Solo con fertilización base	77	78	77	77

Variable N R² R² Aj CV

Flora 27 0,87 0,78 1,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 162,59 10 16,26 10,39 <0,0001

Tratam 157,63 8 19,70 12,59 <0,0001

Rep 4,96 2 2,48 1,59 0,2353

Error 25,04 16 1,56

Total 187,63 26

Tabla 11. Días a maduración, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	108	109	110	109
T2	Ergostim	500	103	102	105	103
T3	Fosfito potasio	500	105	102	106	104
T4	Fosfito magnesio	500	110	104	108	107
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	106	104	106	105
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	107	109	105	107
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	104	105	104	104
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	107	106	103	105
T9	Testigo	Solo con fertilización base	106	103	104	104

Variable N R² R² Aj CV

Madur 27 0,63 0,41 1,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 87,93 10 8,79 2,78 0,0332

Tratam 79,85 8 9,98 3,16 0,0240

Rep 8,07 2 4,04 1,28 0,3059

Error 50,59 16 3,16

Total 138,52 26

Tabla 12. Altura de planta (cm), en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	110	114	112	112,0
T2	Ergostim	500	115	117	116	116,0
T3	Fosfito potasio	500	113	116	115	114,7
T4	Fosfito magnesio	500	117	120	118	118,3
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	115	113	116	114,7
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	117	119	118	118,0
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	116	115	117	116,0
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	120	118	122	120,0
T9	Testigo	Solo con fertilización base	108	109	113	110,0

Variable N R² R² Aj CV

Alt pl 27 0,88 0,80 1,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 251,26 10 25,13 11,33 <0,0001

Tratam 236,74 8 29,59 13,34 <0,0001

Rep 14,52 2 7,26 3,27 0,0643

Error 35,48 16 2,22

Total 286,74 26

Tabla 13. Número de macollos/m², en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
Nº	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	274	268	269	270
T2	Ergostim	500	275	272	274	274
T3	Fosfito potasio	500	295	287	292	291
T4	Fosfito magnesio	500	292	283	281	285
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	312	315	310	312
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	304	308	307	306
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	335	339	341	338
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	322	330	329	327
T9	Testigo	Solo con fertilización base	260	258	264	261

Variable N R² R² Aj CV

Macoll 27 0,99 0,98 1,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 17009,04 10 1700,90 124,63 <0,0001

Tratam 17004,07 8 2125,51 155,74 <0,0001

Rep 4,96 2 2,48 0,18 0,8355

Error 218,37 16 13,65

Total 17227,41 26

Tabla 14. Número de panículas/m², en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	249	250	248	249
T2	Ergostim	500	245	249	247	247
T3	Fosfito potasio	500	251	243	257	250
T4	Fosfito magnesio	500	256	250	253	253
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	278	275	291	281
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	273	270	274	272
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	295	299	296	297
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	289	291	290	290
T9	Testigo	Solo con fertilización base	241	339	242	274

Variable N R² R² Aj CV

Panic 27 0,60 0,35 7,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 9112,37 10 911,24 2,37 0,0598

Tratam 8631,41 8 1078,93 2,81 0,0375

Rep 480,96 2 240,48 0,63 0,5474

Error 6147,70 16 384,23

Total 15260,07 26

Tabla 15. Longitud de panículas (cm), en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	22,6	22,2	21,2	22,0
T2	Ergostim	500	22,5	22,4	22,3	22,4
T3	Fosfito potasio	500	22,7	22,7	22,9	22,8
T4	Fosfito magnesio	500	21,6	22,5	22,4	22,2
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	22,9	23,3	22,2	22,8
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	22,8	22,6	22,5	22,6
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	24,8	24,6	24,7	24,7
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	23,9	23,5	23,2	23,5
T9	Testigo	Solo con fertilización base	21,3	21,6	21,7	21,5

Variable N R² R² Aj CV

Long pani 27 0,90 0,84 1,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 21,15 10 2,11 15,06 <0,0001

Tratam 20,80 8 2,60 18,52 <0,0001

Rep 0,35 2 0,17 1,24 0,3164

Error 2,25 16 0,14

Total 23,39 26

Tabla 16. Granos por panículas, en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	82	84	83	83
T2	Ergostim	500	84	86	85	85
T3	Fosfito potasio	500	89	83	84	85
T4	Fosfito magnesio	500	87	86	88	87
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	88	87	90	88
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	87	89	86	87
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	95	94	93	94
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	89	88	90	89
T9	Testigo	Solo con fertilización base	75	73	74	74

Variable N R² R² Aj CV
granos/pan 27 0,95 0,91 1,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor
 Modelo. 708,67 10 70,87 28,35 <0,0001
 Tratam 706,67 8 88,33 35,33 <0,0001
 Rep 2,00 2 1,00 0,40 0,6768
 Error 40,00 16 2,50
Total 748,67 26

Tabla 17. Rendimiento (kg/ha), en la influencia de hormonas de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Repeticiones			
N°	Producto	Dosis cm ³ /ha	I	II	III	
T1	Cytokin	500	4225,6	4228,2	4219,3	4224,4
T2	Ergostim	500	4355,6	4362,8	4359,7	4359,4
T3	Fosfito potasio	500	4803,2	4820,8	4778,9	4801,0
T4	Fosfito magnesio	500	4756,1	4743,3	4759,2	4752,9
T5	Cytokin + Fosfito potasio	500 + 500	4979,8	4985,3	4977,5	4980,9
T6	Cytokin + Fosfito magnesio	500 + 500	4958,3	4963,2	4969,8	4963,8
T7	Ergostim + Fosfito potasio	500 + 500	5549,6	5559,1	5554,3	5554,3
T8	Ergostim + Fosfito magnesio	500 + 500	5118,3	5125,4	5122,2	5122,0
T9	Testigo	Solo con fertilización base	3925,6	3935,2	3930,8	3930,5

Variable N R² R² Aj CV
Rend 27 1,00 1,00 0,18

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.	5960926,20	10	596092,62	8554,02	<0,0001
Tratam	5960730,49	8	745091,31	10692,18	<0,0001
Rep	195,71	2	97,85	1,40	0,2742
Error	1114,97	16	69,69		
<u>Total</u>	<u>5962041,17</u>	<u>26</u>			

Fotografías



Figuras 1, Macollos / m2



Figuras 2. Número de plantas en 1 metro cuadrado



Figuras 3. Longitud de espiga



Figuras 4. Cosecha



Figuras 5. Evaluación



Figuras 6. Visita del Ing. Marlon López Izurieta



Figuras 7. Visita del Tutor Ing. Fernando Cobos Mora



Figuras 8. Cultivo en desarrollo