



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario

Título de la Unidad de Integración Curricular

“EFECTOS DEL PACLOBUTRAZOL EN EL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL
CAMPUS “LA MARÍA”, MOCACHE 2020.”

Autor:

Mendoza Mendoza Oscar Freddy

Tutor de la Unidad de Integración Curricular

Ing. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, Dr.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Oscar Freddy Mendoza Mendoza**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Oscar Freddy Mendoza Mendoza

C.I. 172732935-9

AUTOR



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

[E.mail.info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec) /fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. **Camilo Alexander Mestanza Uquillas** Dr., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Oscar Freddy Mendoza Mendoza**, realizó el Proyecto de la Unidad de Integración Curricular titulado “**EFFECTOS DEL PACLOBUTRAZOL EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CAMPUS “LA MARÍA”, MOCHACHE 2020**”, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Ing. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, Dr.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAS

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Mocache, 10 de noviembre del 2020

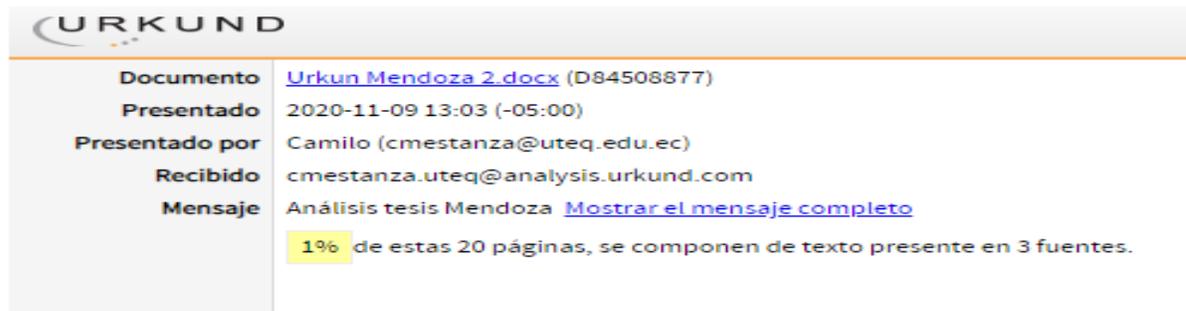
Ing. Diana Véliz Zamora, M.SC.
COORDINADORA DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

De mi consideración:

Dado que el suscrito es conocedor que el proyecto de la Unidad de Integración Curricular titulado “EFECTOS DEL PACLOBUTRAZOL EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CAMPUS “LA MARÍA”, MOCACHE 2020.”, de autoría del señor **Oscar Freddy Mendoza Mendoza**, estudiante de la carrera de INGENIERÍA AGROPECUARIA, del cual fui designado Profesor Tutor de Trabajo de la Unidad de Integración Curricular. Proyecto que ha sido analizado a través de la herramienta URKUND, no incluyendo las listas de fuentes de comparación entre las cuales se encuentran las paginas preliminares de caratula, declaración de auditoria, certificación, agradecimientos, dedicatoria, índices, entre otras fuentes que no son utilizadas en el texto de la tesis.

Por lo expresado, CERTIFICO que el porcentaje validado por el URKUND es de **1% de similitud** (Figura 1), el mismo que es permitido por el mencionado Software, por lo cual solicito la continuación con los trámites pertinentes para solicitar fecha de sustentación del proyecto de investigación del señor **Oscar Freddy Mendoza Mendoza**.

Figura 1. Certificación del porcentaje de confiabilidad (99%) y similitud (1%) de URKUND.



URKUND	
Documento	Urkun Mendoza 2.docx (D84508877)
Presentado	2020-11-09 13:03 (-05:00)
Presentado por	Camilo (cmestanza@uteq.edu.ec)
Recibido	cmestanza.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Análisis tesis Mendoza Mostrar el mensaje completo
1% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.	



Ing. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, Dr.

DOCENTE TUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Título:

**“EFECTOS DEL PACLOBUTRAZOL EN EL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL
CAMPUS “LA MARÍA”, MOCHACHE 2020”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Francisco Espinosa Carrillo, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Luis Godoy Montiel, Dr.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Fernando Cabezas Guerrero, Dr.

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradezco a nuestro Señor Dios por todo lo que he recibido y lo que no, ya que gracias a él tengo dos madres Emérita Mendoza y Cerela Mendoza siendo ellas mis pilares más fuertes para ser la persona que hoy en día soy, sus apoyos incondicionales y bendiciones de cada día enseñándome que todo lo puedo lograr si me lo propongo, las amo desde lo más profundo de mi corazón.

A mi padre Ramón Edúlfo Mendoza Saldarriaga, en paz descanse, gracias por la crianza que me dio y haberme inculcado por el camino del bien castigándome cuando fue necesario y felicitándome cuando lo merecía, tú me enseñaste a ser fuerte ante las adversidades de la vida y a no rendirme.

Al resto de mi familia por el apoyo y cariño entregado, siendo cada uno un escalón para alcanzar esta meta de tan importancia para mí.

A mi Director de Tesis el Ing. Camilo Alexander Mestanza Uquillas Dr. Más que por su soporte y colaboración científica en este trabajo de investigación ha sido maestro y amigo a lo largo de esta carrera universitaria, demostrando su compromiso y entrega con cada uno de nosotros.

De esta manera también agradezco al cuerpo de docentes de la FCP-UTEQ, por haber entregado todo de cada uno de ellos, logrando impartir sus conocimientos científicos que han sido la principal llave para la culminación de nuestra carrera profesional.

A Geovanny Litardo, más que un amigo es como un hermano que siempre ha estado ahí cuando más lo he necesitado a lo largo de esta carrera, también William Sarabia, Luis Juárez, y mi dos más grandes amigas Denisse Mendoza y Kattia Pinos, a quienes les debo tanto por acompañarme y soportarme. También a Junay Jurado que estuvo siempre dispuesta a pesar de las adversidades que se me presentaron, gracias a mi prima Génesis Mendoza, que estuvo conmigo desde el inicio, a todos ellos los llevo siempre gracias por su ayuda.

Oscar Freddy Mendoza Mendoza

DEDICATORIA

Primero a Dios, porque si tu bendición no hubiese llegado a donde estoy, acompañándome en cada momento que mi madre me daba su bendición, en ti he puesto fe y tú me has dado las fuerzas para vencer todo en la vida.

A mis dos madres por su cariño y apoyo que nunca me han hecho falta, ustedes son mis fuerzas de seguir adelante, me han enseñado que a pesar de que la vida no sea justa con uno hay que darle la mejor cara seguir adelante. Y al resto de mi familia por su apoyo en todos estos años de estudio.

Este trabajo va dedicado a todo aquel que de una u otra manera me alentó, apoyo y estuvo ahí en el momento preciso, haciéndome ver que existen grandes personas que lo darán todo sin esperar nada a cambio.

A cada uno de los docentes que impartió sus conocimientos, experiencias y anécdotas desde el inicio de esta carrera universitaria hasta el final de la misma, mostrando su disponibilidad para ayudar en lo que estén al alcance de ello.

A mis amigos/as por su compañía desde el inicio y durante esta etapa, compartiendo junto a ellos experiencias únicas y recuerdos imborrables, Dios los bendiga a todos.

RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, lo cual se emplearon dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo la aplicación de un regulador de crecimiento (Crapal), con paclobutrazol al 25% como i.a., siendo este insumo capaz de inhibir las giberelinas, hormonas responsables del crecimiento. Los objetivos de la investigación fueron: evaluar los efectos del paclobutrazol en el comportamiento agronómico, conocer el efecto sobre la altura de la planta al aplicar un inhibidor de ácido giberélico, estudiar el efecto que tiene un inhibidor de ácido giberélico (paclobutrazol), sobre el número de espigas, comparar los pesos fresco y seco de la planta total entre el tratamiento control y el tratamiento paclobutrazol. Se emplearon 4 tratamientos, dividiéndose en 2 tratamientos para el factor A (variedades: Lira y Poderosa) y 2 para el factor B (aplicación: con y sin regulador), los cuales fueron dispuestos en un DCA con arreglo factorial, cada tratamiento utilizó 5 repeticiones. Los resultados de las variables evaluadas mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$) para la altura de planta siendo la variable más importante en la investigación; obteniendo para la Lira 184,40 cm y 164,00 cm para los tratamientos sin y con paclobutrazol respectivamente, mientras que la Poderosa con alturas de 118,40 cm y 97,00 cm entre el tratamiento testigo y el control respectivamente a los 75dds. Con respecto a número de macollos, número de espigas, peso fresco, peso seco de planta y longitud de raíz no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos del factor B dentro de cada variedad del factor A. Se concluye que el uso del paclobutrazol tiene influencia en el crecimiento de las plantas logrando así reducir su tamaño y evitar el acame sin afectar directamente su rendimiento, dado que cabe recalcar que no se observaron diferencias estadísticas en el número de espiga.

Palabras claves: Variedades de Arroz, Ácido Giberélico, Crapal, regulador de crecimiento, altura.

ABSTRACT

The research project was carried out at the “La María” Campus of the Quevedo State Technical University, which used two varieties of rice (*Oryza sativa* L.), under the application of a growth regulator (Crapal), with paclobutrazol at 25% as ai, this input being capable of inhibiting gibberalins, hormones responsible for growth. The objectives of the research were: to evaluate the effects of paclobutrazol on agronomic behavior, to know the effect on plant height when applying a gibberellic acid inhibitor, to study the effect of a gibberellic acid inhibitor (paclobutrazol) on the number of spikes, compare the fresh and dry weights of the total plant between the control treatment and the paclobutrazol treatment. 4 treatments were used, dividing into 2 treatments for factor A (varieties: Lira and Poderosa) and 2 for factor B (application: with and without regulator), which were arranged in a DCA with factorial arrangement, each treatment used 5 repetitions. The results of the variables evaluated showed highly significant differences ($p < 0.05$) for plant height, being the most important variable in the investigation; obtaining for the Lira 184.40 cm and 164.00 cm for the treatments without and with paclobutrazol respectively, while the Poderosa with heights of 118.40 cm and 97.00 cm between the control treatment and the control respectively at 75dds. Regarding the number of tillers, number of spikes, fresh weight, plant dry weight and root length, no statistical differences were found between the treatments of factor B within each variety of factor A. It is concluded that the use of paclobutrazol has an influence in the growth of plants, thus reducing their size and avoiding lodging without directly affecting their performance, since it should be noted that no statistical differences were observed in the number of spikes.

Keywords: Rice Varieties, Gibberellic Acid, Crapal, growth regulator, height.

Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	i
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iii
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
CÓDIGO DUBLIN.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Situación del problema.	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.	5
1.3. Justificación.	5
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco Conceptual.....	8
2.2. Marco Referencial.....	9
2.3. El Arroz en la historia.	9
2.3.1. Generalidades.	9
2.3.2. Taxonomía.....	9
2.3.3. Morfología.....	10
2.3.4. Órganos vegetativos.	10
a. Raíces.....	10
b. Tallo.....	10

c.	Hojas.....	11
2.3.5.	Órganos reproductores.....	11
a.	Panícula.....	11
b.	Grano.....	11
2.3.6.	Fisiología.....	12
2.3.7.	Fases de desarrollo y crecimiento del arroz.....	12
a.	Fase vegetativa.....	12
b.	Fase reproductiva.....	12
c.	Fase de madurez.....	13
2.4.	Requerimientos edafoclimáticos.....	13
2.4.1.	Clima.....	13
2.4.2.	Temperatura y radiación solar.....	14
2.4.3.	Suelo.....	14
2.4.4.	Precipitación pluvial.....	14
2.4.5.	pH.....	15
2.4.6.	Particularidades del cultivo.....	15
2.4.7.	Preparación del terreno.....	15
2.4.8.	Emparejamiento del terreno.....	15
2.4.9.	Siembra.....	15
2.4.10.	Fertilización de presiembra incorporada y fertilización a la siembra.....	16
2.4.11.	Riego.....	17
2.5.	Paclobutrazol.....	17
2.5.1.	Nombre Común.....	17
2.5.2.	Nombre químico.....	17
2.5.3.	Formulación.....	17
2.5.4.	Propiedades fisicoquímicas.....	17
2.5.5.	Modo de acción.....	18
2.5.6.	Mecanismo de acción.....	18
2.5.7.	Recomendaciones de uso.....	18
2.5.8.	Modo de aplicación.....	18
2.5.9.	Compatibilidad.....	18
2.5.10.	Precauciones.....	18

CAPÍTULO III	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1. Localización del experimento.....	20
3.1.1. Características agro-climatológicas del lugar experimental.....	20
3.2. Tipo de investigación.....	21
3.2.1. Línea de investigación.....	21
3.2.2. De campo.....	21
3.3. Metodología de la investigación.....	21
3.3.1. Método de observación.....	21
3.3.2. Método comparativo.....	21
3.3.3. Método analítico.....	22
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	22
3.5. Diseño de la investigación.....	22
3.5.1. Modelo matemático.....	23
3.6. Instrumentos de investigación.....	23
3.6.1. Variables a evaluar en la investigación.....	24
3.6.2. Altura de planta (cm).....	24
3.6.3. Número de macollos ($n/2 \text{ m}^2$).....	24
3.6.4. Número de espigas ($n/2 \text{ m}^2$).....	24
3.6.5. Peso fresco de plántula (g).....	24
3.6.6. Peso de materia seca (g).....	24
3.6.7. Longitud de raíz (cm).....	25
3.7. Tratamiento de los datos.....	25
3.8. Ensayo de la investigación.....	25
3.9. Recursos humanos y materiales.....	26
3.9.1. Recursos humanos.....	26
3.9.2. Recursos materiales de la investigación.....	26
3.9.3. Materiales de campo.....	26
3.9.4. Materiales de oficina.....	26
3.9.5. Equipo de laboratorio.....	26
CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIONES	27

4.1. Análisis de varianza de los factores estudiados.	28
4.2. Altura de planta (cm).	28
4.3. Número de macollos.	29
4.4. Número de espigas.	30
4.5. Peso fresco.	31
4.6. Peso de materia seca.	32
4.7. Longitud de raíz.	33
CAPÍTULO V.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1. CONCLUSIONES	36
5.2. RECOMENDACIONES.....	37
CAPÍTULO VI	38
BIBLIOGRAFÍA	38
5.1. Bibliografía.	39
CAPÍTULO VII.....	42
ANEXOS	42

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arroz	10
Tabla 2. Propiedades de fisicoquímicas del paclobutrazol.....	17
Tabla 3. Características agrometeorológicas del Campus “La María” UTEQ - Mocache.	20
Tabla 4. Esquema del Análisis de varianza (ANDEVA) para Diseño Completamente al Azar DCA con arreglo bifactorial A*B.....	22
Tabla 5. <i>Descripción de los tratamientos a evaluar.</i>	25
Tabla 6. Análisis de varianza para la altura de planta en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.	29
Tabla 7. Análisis de varianza para el número de macollo en 2 m ² en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.....	30
Tabla 8. Análisis de varianza para el número de espigas por 2 m ² sobre un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.	31
Tabla 9. Análisis de varianza para el peso fresco en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.	32
Tabla 10. Análisis de varianza para el peso de materia seca sobre un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.	33
Tabla 11. Análisis de varianza sobre la longitud radicular para un diseño diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.....	34
Tabla 12. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 30 días después de la siembra.....	43
Tabla 13. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 45 días después de la siembra.....	43
Tabla 14. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 60 días después de la siembra.....	43
Tabla 15. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 75 días después de la siembra.....	43
Tabla 16. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el número de macollos en 2m-2	44
Tabla 17. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el número de espigas en 2m-2.....	44
Tabla 18. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso fresco a los 30 dds.....	44

Tabla 19. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso fresco a los 60 dds	44
Tabla 20. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso seco a los 30 dds	44
Tabla 21. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso seco a los 60 dds	45
Tabla 22. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la longitud radicular a los 30 dds	45
Tabla 23. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la longitud radicular a los 60 dds	45

Índice de Figuras

Figura 1. Certificación del porcentaje de confiabilidad (99%) y similitud (1%) de URKUND.	iii
Figura 2. Mapa del Campus “La María”	20
Figura 3. Mapa del área del cultivo a 20m de altura	20

Índice de Anexo

Anexo 1. Resúmenes de análisis de varianza de las variables en estudio.	43
Anexo 2. Actividades desarrolladas en la investigación	45

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Efecto del paclobutrazol en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en el Campus “La María”, Mocache 2020”.		
Autor:	Oscar Freddy Mendoza Medoza.		
Palabras claves:	Ácido Giberélico	Crapal	Altura
	Variedades de Arroz		Regulador de crecimiento
Fecha de Publicación:			
Editorial:	UTEQ, 2020		
Resumen:	<p>El proyecto se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se emplearon dos variedades de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), bajo la aplicación de un regulador de crecimiento (Crapal), siendo capaz de inhibir las giberelinas, responsable del crecimiento. Los objetivos de la investigación fueron: evaluar los efectos del paclobutrazol en el comportamiento agronómico, conocer el efecto sobre la altura de las plantas al aplicar paclobutrazol, estudiar el efecto que tiene un inhibidor de ácido giberélico, sobre el número de espigas, comparar los pesos fresco y seco de la planta total entre el tratamiento control y el tratamiento paclobutrazol. Se emplearon 4 tratamientos, dividiéndose en 2 tratamientos para el factor A (variedades: Lira y Poderosa) y 2 para el factor B (aplicación: con y sin regulador), los cuales fueron dispuesto en un DCA con arreglo factorial, cada tratamiento utilizo 5 repeticiones. Los resultados de las variables evaluadas mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$) para la altura de planta siendo la variable más importante en la investigación; obteniendo para la Lira 184,40 cm y 164,00 cm para los tratamientos sin y con paclobutrazol respectivamente, mientras que la Poderosa con alturas de 118,40 cm y 97,00 cm en el tratamiento control y paclobutrazol respectivamente datos obtenidos a los 75 dds. Con respecto a número de macollos, número de espigas, peso fresco, peso seco de planta y longitud de raíz no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos del factor B dentro de cada variedad del factor A. El uso del paclobutrazol tiene influencia en el crecimiento de las plantas logrando detenerlo y así evitar el acame.</p>		

Abstract:	<p>The project was carried out in the Campus "La María" of the State Technical University of Quevedo, two varieties of rice (<i>Oryza sativa</i> L.) were used, under the application of a growth regulator (Crapal), being able to inhibit gibberalins , responsible for growth. The objectives of the research were: to evaluate the effects of paclobutrazol on agronomic behavior, to know the effect on plant height when applying paclobutrazol, to study the effect that a gibberellic acid inhibitor has on the number of spikes, to compare the weights fresh and dry of the total plant between the control treatment and the paclobutrazol treatment. 4 treatments were used, dividing into 2 treatments for factor A (varieties: Lira and Poderosa) and 2 for factor B (application: with and without regulator), which were arranged in a DCA with factorial arrangement, each treatment used 5 repetitions. The results of the variables evaluated showed highly significant differences ($p < 0.05$) for plant height, being the most important variable in the investigation; obtaining for the Lyre 184.40 cm and 164.00 cm for the treatments without and with paclobutrazol respectively, while the Poderosa with heights of 118.40 cm and 97.00 cm in the control treatment and paclobutrazol respectively, data obtained at 75 dds. Regarding the number of tillers, number of spikes, fresh weight, plant dry weight and root length, no statistical differences were found between factor B treatments within each variety of factor A. The use of paclobutrazol has an influence on growth. of the plants managing to stop it and thus avoid lodging.</p>
Descripción:	
URI:	

I. INTRODUCCIÓN.

El arroz (*Oryza sativa* L.), es considerado el cultivo más importante del mundo, además de ser un producto básico como el maíz, posee la mayor extensión de tierra cultivada (1). Para el año 2018, según la FAO, la producción mundial de arroz se ubicó en 159 807 722 de hectáreas cultivadas (2). Se prevé que el consumo mundial de arroz ascienda a 503,5 millones de toneladas (arroz elaborado) durante la campaña 2017/18, frente a los 498,0 millones de toneladas en 2016/17. El aumento del 1 por ciento debería de ser impulsado por un mayor consumo humano, de alrededor de 406,7 millones de toneladas. En términos per cápita, este volumen situaría el consumo humano mundial de arroz en 53,9 kilogramos por persona, lo que supone un aumento de 0,2 kilogramos con respecto a 2016/17 (3). Casi el 50% de la población mundial depende del arroz como parte importante de su dieta (1). El Ecuador es uno de los mayores productores de arroz en América Latina, debido a su alto consumo por parte de sus habitantes (4). Según los datos registrados, existen 394 813 hectáreas cosechadas con una producción de 1 579 406 Tm (2). Nuestra cultura gastronómica depende mucho de esta gramínea el cual cumple un papel fundamental en la mesa de todos los ecuatorianos (4).

Las condiciones agroecológicas que se presentan en las provincias del Litoral permiten a los pequeños y medianos productores cultivar los denominados “cultivos de ciclo corto” en todo el año, abasteciendo de alimentos y materias primas, fortaleciendo la economía y creando fuentes de trabajo en el campo y la agroindustria (5). Sin embargo, a pesar de estas potencialidades, la productividad por unidad de superficie es baja, debido a que los productores realizan prácticas agrícolas inadecuadas que repercuten en los rendimientos de los cultivos (5).

Existen variedades de arroz capaces de generar rendimientos excelentes que pueden igualar a otras variedades de arroces de mayor frecuencia en el mercado, pero que a causa de su morfología y de las condiciones agroclimáticas hacen que su producción no sea tan rentable, llevando al agricultor a producir otros cultivos en donde obtengan mejores beneficios económicos.

El paclobutrazol es un producto químico utilizado para regular el crecimiento de las plantas con la capacidad de hacer plantas más compactas, aumentando su floración y fructificación. Este

producto es utilizado en frutales para reducir la producción de brotes, así como también en gramíneas y quínoa de variedades altas (6).

Tratando de aumentar el rendimiento de las variedades alta de arroz, se aplicó un inhibidor de la síntesis de ácido giberélico, contando con características importantes tales como mejorar el particionamiento de biomasa y lograr de esta manera reducir el tamaño de la planta de esta manera evitar el acame siendo este muy frecuentemente a causa del peso y altura de las mismas ocasionadas por los vientos que las azotan, logrando mejorar la producción.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En el Litoral ecuatoriano los productores arroceros siempre están buscando obtener mayores rendimientos en sus cultivos y optan por buscar variedades mejoradas que les permitan alcanzar sus objetivos, sin embargo, se están olvidando de algunas variedades autóctonas que ofrecen excelentes resultados de producción, pero que debido a su morfología tienden a presentar algunos problemas, específicamente en la etapa reproductiva, causadas por las condiciones agroclimáticas extremas de la zona.

- **Diagnóstico.**

En la actualidad el sector arrocero se enfrenta a varios problemas de producción, los cuales están haciendo que cada vez más productores busquen nuevas alternativas ya sea con otras variedades (semillas mejoradas), o cambiando el sistema de producción.

- **Pronóstico.**

Actualmente las variedades altas de arroz no son de mucho agrado para los productores arroceros, debido a que presentan inconvenientes en su etapa vegetativa afectando a la etapa reproductiva debido al acame o volcamiento que presentan a causa de las condiciones climáticas extremas, más no demuestran problemas en sus rendimientos. Ahora se busca nuevas alternativas de producción para mejorar este tipo de variedades gigantes con la ayuda de agroquímicos (paclobutrazol), que permiten controlar el tamaño de dichas gramíneas y así evitar las dificultades que perjudican los rendimientos apropiados en la producción.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Disminuirá la altura de planta de las variedades de arroz (Lira y Poderosa), con la aplicación del inhibidor de ácido giberélico (paclobutrazol)?

1.1.3. Situación del problema.

¿Cuál será el efecto con la aplicación del inhibidor de ácido giberélico (paclobutrazol), en dos variedades de arroz (Lira y Poderosa)?

¿Se encontrarán diferencias en la altura de plantas de las variedades de arroz, Lira y Poderosa entre el tratamiento control y el tratamiento paclobutrazol?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar los efectos del paclobutrazol, en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el campus “La María”.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Conocer el efecto sobre la altura de la planta al aplicar un inhibidor de ácido giberélico (paclobutrazol), en dos variedades de arroz.
- Estudiar el efecto que tiene un inhibidor de ácido giberélico (paclobutrazol), sobre el número de espigas en dos variedades de arroz, Lira y Poderosa
- Comparar los pesos fresco y seco de la planta total entre el tratamiento control y el tratamiento paclobutrazol en dos variedades de arroz.

1.3. Justificación.

La presente investigación se realizó en el campus “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, con el fin de mejorar el particionamiento de la biomasa en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), se utilizó un insumo capaz de inhibir la síntesis del ácido giberélico (Paclobutrazol), el cual nos ayudó a detener el crecimiento de la planta para evitar el acame llevándola a la fase reproductiva y aumentar el rendimiento del cultivo.

La presente investigación tiene como propósito mejorar el particionamiento de la biomasa de las variedades de arroz Lira y Poderosa; esto quiere decir que mediante la aplicación del paclobutrazol se va inhibir la síntesis del ácido giberélico responsable del crecimiento de la planta logrando de esta manera no tener inconvenientes por causas climáticas extremas ya que no sufriría de volcamiento las plantas, llevando a la planta hacia la fase reproductiva más pronto aprovechando los nutrientes para el grano, estas variedades cuyas características productivas son de excelentes resultados, permitirá a los sectores arroceros obtener mayores rendimientos

para así obtener beneficios económico, los productores podrán manejar variedades nativas nuevamente, ni siendo estas de gran interés a causa de sus inconvenientes morfológicos, porque suele presentarse volcamiento las plantas en la etapa reproductiva debido a su gran tamaño y el peso de las mismas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.

El arroz.

El arroz (*Oryza sativa* L.), es una entidad vegetal de alta variabilidad genética, que está representada por muchas especies y miles de formas cultivadas (7).

Paclobutrazol.

Es un triazol regulador del crecimiento vegetal. Se absorbe pasivamente por las raíces, tallos y hojas, y se mueve por el xilema en sentido acrópeto hacia las hojas y yemas (8). Al alcanzar las zonas meristemáticas subapicales impide la producción de giberalina mediante la inhibición de la oxidación del kaureno a ácido kaurenoico, lo que reduce el ritmo de la división celular sin causar fitotoxicidad (8).

Índice de cosecha.

El índice de cosecha refleja la partición de fotoasimilados hacia los granos. Se lo define usualmente como la proporción del peso seco total que se acumula en los órganos cosechados (9).

Producción de biomasa.

El crecimiento de un cultivo es el producto de la división y el alargamiento celular de los órganos diferenciados. Estos procesos son el resultado de la producción, transporte y acumulación de fotoasimilados y nutrientes. Los Fotoasimilados provienen de la fijación del dióxido de carbono (CO₂), producto de la fotosíntesis. Este es el proceso por el cual la energía solar es transformada en energía química, y tiene lugar principalmente en las láminas de las hojas, siendo éstos los órganos de la planta con mayor concentración de clorofila (9).

2.2. Marco Referencial.

2.3. El Arroz en la historia.

Es difícil establecer con exactitud la época en que se inició el cultivo del arroz. La literatura china menciona el arroz 3000 años antes de Cristo (AC), cuando se consideraba su siembra como una ceremonia religiosa importante, reservada al emperador (10). El primer cultivo de arroz se le atribuye al emperador Shen-Nung, quien ha sido considerado el padre de la agricultura y la medicina de su pueblo. En el valle del Yang–Tse Kiang se han encontrado restos de arroz que datan de 3000 a 4000 años AC (11).

2.3.1. Generalidades.

El Arroz es un cultivo cuya base productiva conjuga trabajo, tierra y agua. Dada la situación actual de esos recursos en el mundo, ni Asia, ni África parecen dar garantías para producir la totalidad de la demanda mundial de arroz, necesaria para alimentar a más de 7,000 millones de personas (12). Considerando que el arroz, provee más de la mitad del alimento diario a una tercera parte de la población mundial especialmente en Asia, donde se encuentra el 58% de dicha población y se consume más del 90% de todo el arroz producido en el mundo (12).

2.3.2. Taxonomía.

En los últimos años la clasificación taxonómica del arroz ha experimentado ciertos cambios en algunos niveles de clasificación (ver tabla 1), relacionados con los trabajos realizados por Acevedo *et al.* (2006) y Valladares (2012).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arroz.

Niveles de clasificación	Clasificación	
	Acevedo et al. (2006)	Valladares (2012)
<i>Reino</i>	Plantae	Plantae
<i>Subreino</i>	-	Tracheobionta
<i>División</i>	Tracheophyta	Magnoliophyta
<i>Subdivisión</i>	Pteropsidae	-
<i>Clase</i>	Liliopsidae (antes Monocotiledónea)	Liliopsida
<i>subclase</i>	Commelinidae	Commelinidae
<i>Orden</i>	Poales (antes Glumiflora)	Poales
<i>Familia</i>	Poaceae (antes Gramíneas)	Poaceae
<i>Subfamilia</i>	Oryzoideae (antes Panicoideae)	Ehrhartoidea
<i>Tribu</i>	Oryzeae antes (Oryzae)	Oryzeae
<i>Subtribu</i>	Oryzineas	-
<i>Genero</i>	<i>Oryza</i>	<i>Oryza</i>
<i>Especie</i>	<i>O. sativa</i>	<i>O. sativa</i>
<i>Clasificación binomial</i>	<i>Oryza sativa</i> L.	

Fuente: (13).

2.3.3. Morfología.

2.3.4. Órganos vegetativos.

a. Raíces.

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Tiene dos tipos de raíces: las seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven (2). Estas últimas substituyen a las raíces seminales (14).

b. Tallo.

El tallo del arroz consta de una sucesión alterna de nudos y entrenudos. En cada nudo (o región nodal) se forman una hoja y una yema; esta última puede desarrollarse dando lugar a un hijo o macolla (2). De la yema que se encuentra en el nudo que da origen a la hoja principal, justo

entre el nudo y la base de la vaina de dicha hoja, se forma la macolla característica de la especie *Oryza sativa* (7).

c. Hojas.

las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta, en el borde inferior, una serie de cirros largos y sedosos (14).

2.3.5. Órganos reproductores

a. Panícula.

La flor, el espigado, o emergencia de la panícula, es simultáneo con la apertura de las flores situadas en el ápice de la panícula; las dos fases se confunden. La panícula emerge completamente en 8-15 días. La disminución de la temperatura durante estas fases puede producir malformaciones y ser causa de esterilidad floral. Igualmente, que la temperatura influye en aspectos vitales para el desarrollo de la planta como la floración y crecimiento, dependiendo de la variedad, el fotoperíodo puede jugar un papel muy importante en el resultado final del propio desarrollo vegetativo de la planta (15). Las panículas del arroz pueden clasificarse como abiertas, cerradas o intermedias, según el ángulo que formen sus ramificaciones al salir del eje de la panícula (16).

b. Grano.

El grano de arroz es el ovario maduro (14) . El grano con cáscara se conoce como arroz “paddy”; el grano descascarado de arroz (cariópside), con el pericarpio pardusco, se conoce como arroz-café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el denominado “arroz rojo” (14). Las semillas varían en su tamaño, color y el largo de la arista, la gluma es la cubierta dura de la semilla (17). El endospermo está compuesto de almidón, azúcar, proteínas y grasas, es donde se almacenan los alimentos del embrión alrededor del 80% del endospermo es almidón, el alimento necesario para la germinación de la semilla está en el endospermo, el embrión se transformará en brote y raíces, a este desarrollo se le denomina germinación de la semilla (17)

2.3.6. Fisiología.

2.3.7. Fases de desarrollo y crecimiento del arroz.

En el arroz se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidas en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración (13).

a. Fase vegetativa.

La germinación y el desarrollo de la plántula óptimo comienza cuando la dormancia de las semillas se rompe, esto se logra mediante la absorción de una adecuada cantidad de agua y la exposición a temperaturas entre 20-40°C, óptima 30-35°C (18).

La dormancia (o latencia) de la semilla fue lograda dentro de los objetivos del mejoramiento a fin de impedir que la semilla no germine en la panoja antes de ser cosechada (18). En este sentido, las variedades modernas índicas tienen una fuerte latencia mientras que las variedades tradicionales (como Fortuna) carecen de la misma. Esto implica que los granos maduros de la variedad Fortuna podrían germinar en la panoja si las condiciones ambientales son favorables (18).

Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo (12). En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas, lo cual es uno de los 3 componentes de rendimiento de una plantación de arroz (12).

b. Fase reproductiva.

Incluye el período desde la formación del primordio floral, engrosamiento del tallo por la formación de la inflorescencia conocido por los productores como embuchamiento (7-14 días antes de la emergencia de la panícula, floración), esta fase tiene una duración entre 35 y 40 días (13). Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es otro de los tres componentes

de rendimiento en la producción del arroz. En el periodo de llenado de grano es importante la intensidad de la luz porque cerca del 60% de los carbohidratos trasladados desde las hojas al grano se fotosintetizan durante esta etapa (13).

La antesis ocurre durante la mañana y mediodía cuando hay mayor temperatura y la fertilización de las flores se completa dentro de las 6 horas. Dentro de una misma panoja se necesitan unos 7-10 días para que todas las espiguillas completen la antesis (18). Las espiguillas superiores son las primeras en florecer. El periodo crítico de sensibilidad a las bajas temperaturas ocurre durante la formación de los granos de polen (meiosis). Este periodo crítico se presenta 8-10 días antes de la floración. Temperaturas mínimas iguales o debajo de 12°C pueden provocar vaneo por bajas temperaturas (18).

c. Fase de madurez.

Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz (12).

En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta 5 meses (150 días) (12).

2.4. Requerimientos edafoclimáticos.

2.4.1. Clima.

Se dé un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados y mediterráneos. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur (2). El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo,

sobre todo cuando se cultiva en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (14).

2.4.2. Temperatura y radiación solar.

La temperatura no solo afecta el crecimiento, sino que también el desarrollo de la planta de arroz. Para el cultivo del arroz, las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima para la germinación, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27 o C (12). Con temperaturas superiores a estas, la planta de arroz crece más rápidamente, pero los tejidos son demasiados blandos, siendo entonces más susceptibles a los ataques de enfermedades (19). Por otra parte, las temperaturas bajas influyen desfavorablemente en la diferenciación de las células reproductivas y por tanto causan una alta esterilidad de las espiguillas, esto es muy determinante en la etapa del “embuchamiento” a los 14-7 días antes de la emergencia de la panícula o de la floración del cultivo (12).

2.4.3. Suelo.

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos (14). Los suelos de textura fina (“pesados” o “fuertes”) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánicos (14).

2.4.4. Precipitación pluvial.

Al igual que otros cultivos y partiendo del conocimiento que cada cultivo requiere de la suficiente humedad para obtener una mayor productividad, también el arroz requiere de un mínimo de humedad en el suelo, para obtener una producción aceptable. Cuando ocurren deficiencias de agua durante el desarrollo del cultivo, los rendimientos disminuyen significativamente (12). Por eso en las zonas donde la precipitación pluvial no es suficiente para sacar el cultivo y tampoco se dispone de agua para efectuar riegos de auxilio, se aconseja que el

productor mejor no se siembre arroz pues los riesgos se incrementan significativamente. Se considera que una precipitación de unos 1,200 milímetros bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buenos rendimientos (12).

2.4.5. pH.

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para los suelos alcalinos o básicos ocurre justamente lo contrario (14). El pH óptimo para el arroz es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico (14).

2.4.6. Particularidades del cultivo.

2.4.7. Preparación del terreno.

El laboreo de los suelos arroceros de tierras húmedas o de tierras en seco depende de la técnica de establecimiento del cultivo, de la humedad y de los recursos mecanizados. En los países de Asia tropical, el laboreo de tierras húmedas es un procedimiento habitual. El método tradicional de labranza para el arroz de tierras bajas es el arado y la cementación, siendo este último muy importante, pues permite el fácil trasplante (14).

2.4.8. Emparejamiento del terreno.

Es necesario nivelar o emparejar el terreno para realizar una buena distribución de la semilla y lograr una profundidad apropiada de siembra y tapado de la misma. El emparejamiento se puede realizar con un riel o un trozo de madera, que se coloca al final de la rastra al momento de dar la última pasada de rastra. O bien palas mecánicas de tiro o acopladas al tractor (12).

2.4.9. Siembra.

Puede realizarse la siembra a voleo, a mano, con máquina sembradora centrífuga accionada por tractor, o por avión o helicóptero. La siembra debe hacerse cuando el agua se encuentra clara y

se hayan depositado los lodos en el fondo. La cantidad de semilla empleada debe dar lugar a un cierto número de tallos/m², después del ahijamiento, que sea el óptimo productivo para cada variedad, y que produzcan espigas que maduren lo más uniformemente posible. Para las variedades de panícula corta a densa y tallo más bien grueso, el número de tallos/m² más conveniente puede cifrarse en 250-300, mientras que, en variedades de panícula larga y abierta, de tallo fino, este número debe estar comprendido entre 300-350 tallos/m² (14).

2.4.10. Fertilización de presiembra incorporada y fertilización a la siembra.

La fertilización del arroz debe contemplar los siguientes fertilizantes:

c. Nitrógeno (Urea): El nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de la calidad del grano. El arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo, a saber:

1.-En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz (14).

2.-Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcanza una longitud de 1,5-2,0 cm (14).

d. Fósforo (Super Fosfato Triple): Se puede aplicar el 100% antes de la siembra, mediante una fertilizadora de cobertera e incorporarlo con la rastra o con la rotofresadora. También se puede aplicar en su totalidad con la máquina sembradora, pudiendo ahorrarse la labor mencionada anteriormente (20).

e. Potasio (Muriato de Potasio): el potasio aumenta la resistencia al encamado, a las enfermedades y a las condiciones climáticas desfavorables. Las dosis de potasio a aplicar varían entre 80-120 kg de K₂O/Ha. Las cifras altas se utilizan en suelos sueltos y también cuando se empleen dosis altas de nitrógeno (14).

Las dosis de los fertilizantes deben hacerse en base a las recomendaciones de análisis químico de suelo, o al historial de rendimientos que se logra en ese potrero. Al aplicar el fertilizante con

la máquina sembradora, éste queda localizado en la hilera, pudiendo ser mejor aprovechado por la planta (20) .

2.4.11. Riego.

El primer riego se realiza, generalmente, un día después de la siembra o cuando el análisis visual de la humedad del suelo lo indique. Luego, se sigue regando una a dos veces más, dependiendo de la emergencia de las plantas y de la humedad del suelo (20).

2.5. Paclobutrazol.

2.5.1. Nombre Común.

Paclobutrazol

2.5.2. Nombre químico.

Paclobutrazol: $(\alpha R, \beta R)$ -rel- β -[(4-chlorophenyl)methyl]- α -(1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol

2.5.3. Formulación.

Suspensión concentrada: Paclobutrazol 25% p/v (250g/l)

2.5.4. Propiedades fisicoquímicas.

Tabla 2. *Propiedades de fisicoquímicas del paclobutrazol.*

Estado físico:	Líquido
Color:	Blanquecino
Olor:	Sin olor
Densidad:	1.05 g/ml (20 °C)
pH:	3.9
Estabilidad:	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento
Inflamabilidad:	No inflamable
Explosividad:	No explosivo

Elaborado por: Autor.

2.5.5. Modo de acción

Es un regulador de crecimiento que es tomado por las hojas, tallos y raíces, y traslocados a través del xilema a los meristemas de crecimiento subapicales. Produce plantas más compactas y aumenta la floración y fructificación (8).

2.5.6. Mecanismo de acción.

Es un inhibidor de la biosíntesis de giberalina (GA), mediante la inhibición del kaureno oxidasa y el citocromo P-450 oxidasa; y, por consiguiente, bloquea la oxidación de kaureno en ácido kaurenoico (8).

2.5.7. Recomendaciones de uso.

Se debe aplicar de manera de lograr una cobertura uniforme del área a tratar, puede ser aplicado con pulverizadores manuales de palanca, estacionarias o accionadas por tractores. Los equipos de aplicación deben estar en buen estado y calibrados antes de ser usados (8).

2.5.8. Modo de aplicación.

Se aplica en solución con agua de acuerdo al área a tratar, realizar una pre-mezcla y seguidamente vaciarla en el tanque de preparación previamente llenado hasta la mitad con agua, luego completar el agua y mover hasta obtener una mezcla homogénea (8).

2.5.9. Compatibilidad.

Puede aplicarse en mezcla con la mayoría de los plaguicidas. Evitar su mezcla con materiales oxidantes y alcalinos. Se recomienda realizar mezclas preliminares para evaluar la compatibilidad física, química y biológica de los productos (8).

2.5.10. Precauciones.

La persona encargada de manipular el producto en el equipo debe utilizar ropa de protección adecuada para ello. Manejar la calibración de equipos y volúmenes de agua adecuados para mantener un control eficiente del producto (8).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del experimento.

La investigación se llevó a cabo en los terrenos del Campus “La María” (ver en figuras 1 y 2), de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizado en el kilómetro 7 ½. de la vía Quevedo El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 1° 3' 18" de latitud sur y 79° 25' 24" de longitud oeste, a una altura de 77.60 metros sobre el nivel del mar.

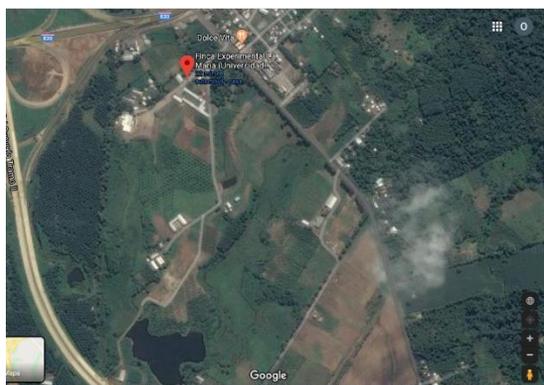


Figura 2. Mapa del Campus “La María”



Figura 3. Mapa del área del cultivo a 20m de altura

Fuente: (Google, 2019).

3.1.1. Características agro-climatológicas del lugar experimental.

Tabla 3. Características agrometeorológicas del Campus “La María” UTEQ - Mocache.

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	24.87
Humedad relativa, %	85.48
Precipitación anual mm	2223.85
Heliofanía, horas luz año ¹	898.66
Zona ecológica	Bh – T
Topografía	Irregular

Fuente: (Departamento Agrometeorológico del INIAP, 2019).

Elaborado: Autor.

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Línea de investigación.

De acuerdo con la Secretaria de Investigación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo el presente trabajo pertenece a la siguiente línea y Sublínea de investigación: Agricultura, Silvicultura y Producción animal. Desarrollo y manejo de variedades e híbridos en cultivos de interés estratégico para el Ecuador.

3.2.2. De campo.

La investigación se realizó en campo con la finalidad de poder conocer el efecto al utilizar un inhibidor de ácido giberélico sobre el cultivo de arroz, que se pueda obtener resultados capaces de mejorar el particionamiento de biomasa y aumentar el índice de cosecha. De esta forma poder seguir utilizando variedades altas nativas de las zonas y manteniendo excelentes beneficios.

3.3. Metodología de la investigación.

3.3.1. Método de observación.

El método de observación permitió identificar el efecto que causa el paclobutrazol en el crecimiento de las plantas, de esta forma reducir la altura de las plantas logrando que la planta no sufra de volcamiento y evitando pérdidas en la cosecha.

3.3.2. Método comparativo.

Este método fue muy relevante durante la investigación, siendo el método comparativo que nos permitió identificar por medio de los resultados el efecto en el comportamiento agronómico al utilizar un inhibidor de la síntesis de ácido giberélico, aplicándolo en las variedades Lira y Poderosa de esta manera se pudo conocer que tratamiento dio los mejores resultados y así comparar con otras investigaciones similares.

3.3.3. Método analítico.

El método analítico tuvo la participación del proceso investigativo y se estudiaron los procesos, factores y condiciones que estuvieron presente en la investigación y que no influyeron gradualmente en las variables estudiadas.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Primarias: Para la obtención de la información primaria se logró por medio de la observación y recolección de datos, durante el experimento que se llevó a cabo en los terrenos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Secundarias: Las fuentes de información secundarias correspondió a bibliográficas obtenida a través de revistas científicas, libros, tesis y buscadores académicos que proveyeron y aportaron al investigador conocimientos importantes para el cumplimiento de la investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

La investigación se realizó con un Diseño de Completamente al Azar con arreglo bifactorial A*B, conformados por los factores: Variedades de arroz (A) y aplicación de paclobutrazol (B) (tabla 4). Se evaluaron dos variedades de arroz Lira y Poderosa, las cuales se les aplicó paclobutrazol a cinco repeticiones de cada variedad, contando también con cinco repeticiones para el testigo. Los datos de campo obtenidos fueron analizados por medio del software estadístico InfoStat, aplicando la prueba Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabla 4. Esquema del Análisis de varianza (ANDEVA) para Diseño Completamente al Azar DCA con arreglo bifactorial A*B

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Tratamientos.	t-1	3
Factor A	a-1	1
Factor B	b-1	1
A*B	(a-1) (b-1)	1
Error experimental.	(a*b) (r-1)	16
Total	a*b*n - 1	19

Elaborado por: Autor

3.5.1. Modelo matemático.

Ecuación de un modelo matemático para un DCA con arreglo factorial a*b

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \cdot \beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = es el efecto de la media

α_i = es un efecto del nivel “i-ésimo” del factor A

β_j = es un efecto del nivel “jota-ésimo” del factor B

$(\alpha \cdot \beta)_{ij}$ = es un efecto debido a la interacción del “i-ésimo” nivel del factor A con el “jota-ésimo” nivel del factor B

ϵ_{ijk} = es un efecto aleatorio o error experimental

3.6. Instrumentos de investigación.

La presente investigación se realizó en los terrenos ubicados en el Campus Experimental “La María”, donde se localiza la Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ. Este trabajo consistió en evaluar el efecto del paclobutrazol sobre el comportamiento agronómico del cultivo de arroz, para lo cual se coordinó de antemano la preparación del terreno con el personal de la Administración de Finca, procediéndose al paso de rastra sobre toda el área determinada para el estudio y de esta forma airear el suelo e incorporar los residuos de cosechas anteriores de otros cultivos.

Una vez preparado el terreno se procedió a medir y delimitar el espacio de parcelas individuales para cada tratamiento utilizando balizas de caña con las siguientes especificaciones: el área de cada parcela fue de 2 m², con un total de 20 parcelas y una separación de un metro entre parcelas y linderos obteniendo un área total de 208 m². El trabajo de investigación estuvo conformado por 4 tratamientos de 5 repeticiones cada tratamiento: 2 tratamientos para la aplicación del paclobutrazol (testigo y control), con 2 más para las variedades de arroz, Lira y Poderosa.

3.6.1. Variables a evaluar en la investigación.

3.6.2. Altura de planta (cm).

Este parámetro se lo registró utilizando un flexómetro y tomando la medida desde la parte inferior de la planta (tallo) hasta su parte más alta de sus hojas (ápice). Se registraron datos de esta variable cada 15 días a partir de los 30 días después de la siembra (dds) hasta llegar a los 75 días a partir del día 1.

3.6.3. Número de macollos (n/2 m²).

Esta variable se registró contando el número de macollos emitidos por cada planta, a partir de los 30 días, en los periodos que se tomen las muestras.

3.6.4. Número de espigas (n/2 m²).

En la toma de datos de esta variable se contó el número de espigas en la etapa reproductiva de la planta; esta variable se registró después de la etapa de floración que es cuando se muestran las espigas.

3.6.5. Peso fresco de plántula (g).

Para el registro de datos de la variable peso fresco de la plántula se tomaron muestras de plantas de cada tratamiento por cada repetición identificándolas cada una y pesándolas en una gramera lo más fresca posible para registrar los datos, realizando esta toma cada 30 días a partir del 1 dds.

3.6.6. Peso de materia seca (g).

Después de haber tomado los datos del peso fresco, se procedió a secar las muestras en una estufa a 65° C en un tiempo de 24 horas para eliminar el contenido de agua presente en ellas y luego de esto se pesaron las muestras en una balanza de precisión para obtener el peso seco y registrar los datos obtenidos.

3.6.7. Longitud de raíz (cm).

De las muestras obtenidas previamente para la evaluación de las variables antes descritas, se tomó la parte subterránea de las mismas para medir la longitud de raíz en centímetros para lo cual se utilizó un flexómetro, registrando de esta manera los datos del ensayo para la evaluación de esta variable.

3.7. Tratamiento de los datos.

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$), con la utilización de un programa estadístico de versión libre para determinar las variables cualitativas y cuantitativas. El proceso de generación de la base de datos y de las tablas de resultados se realizaron en hojas de cálculo de MS EXCEL. A continuación, en la tabla 6, se describen los tratamientos bajo estudio.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos a evaluar.

Nº tratamientos	Descripción
T _{1 A1} =	Variedad Lira sin aplicación de paclobutrazol (testigo)
T _{2 A2} =	Variedad Lira aplicando paclobutrazol (0,4 ml i.a. L ⁻¹)
T _{3 B1} =	Variedad Poderosa sin aplicación de paclobutrazol (testigo)
T _{4 B2} =	Variedad Poderosa aplicando paclobutrazol (0,4 ml i.a. L ⁻¹)

Elaborado por: Autor

3.8. Ensayo de la investigación.

En la presente investigación se evaluaron dos variedades de arroz y dos dosis de aplicación de paclobutrazol en cada una distribuidos en 5 repeticiones por cada tratamiento, se aplicó el regulador de crecimiento a las parcelas correspondientes para estudiar su efecto, logrando disminuir la altura debido a la inhibición de ácido giberélico responsable del crecimiento de la planta, esta aplicación se realizó a los 60 días después de la siembra y observar su efecto en el comportamiento agronómico. El cultivo obtuvo un manejo agronómico adecuado de acuerdo a sus necesidades, con la aplicación de abonos e insumos en cada etapa del cultivo.

3.9. Recursos humanos y materiales.

3.9.1. Recursos humanos.

Las personas que intervinieron en la presente investigación son las siguientes:

Contribución del tutor de titulación Dr. Camilo Mestanza Uquillas, con la colaboración de compañeros alumnos en diferentes actividades del estudio de campo y como autor del proyecto de investigación Oscar Freddy Mendoza Mendoza.

3.9.2. Recursos materiales de la investigación.

3.9.3. Materiales de campo.

- Semilla de dos variedades de arroz (Lira y Poderosa)
- Machete
- Guadaña
- Espeque
- Flexómetro
- Sacos
- Mascarilla
- Cinta métrica
- Estaquillas
- Gafas
- Guates
- Bomba de fumigar
- Balde
- Funda de papel
- Cuaderno de campo
- Balanza
- Martillo
- Rollo de piola
- Botas

➤ **Sustancias químicas**

- Paclobutrazol
- Pesticidas (funguicida, herbicida, insecticida,)
- Abonos foliares y fertilizantes edáficos
- Gasolina preparada (gasolina + aceite 2tiempo)

3.9.4. Materiales de oficina.

- Computadora
- Carpetas
- Cuaderno
- Lapiceros
- Resma de hojas
- Impresora
- Calculadora
- Cámara
- Flash Memory

3.9.5. Equipo de laboratorio

- Estufa
- Balanza analítica
- Funda de papel

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de varianza de los factores estudiados.

El análisis de varianza (ANDEVA) mostró un efecto en el uso del paclobutrazol entre los tratamientos en cuanto a la altura de planta siendo esta la variable con mayor importancia en la investigación, con respecto al resto de variables de estudio como; número de macollo, número de espiga, peso fresco, peso seco y longitud de raíz no se vieron afectadas en el uso del paclobutrazol entre los tratamientos dentro de cada variedad sin mostrar efecto significativo superior al 95% de confianza.

4.2. Altura de planta (cm).

Los promedios de altura de planta en el cultivo de arroz se muestran en la tabla 6, los resultados obtenidos demuestran diferencias estadísticas entre las variedades de estudio (factor A), con promedios de 174,20 cm y 107,70 cm, a los 75 dds, para las variedades Lira y Poderosa, respectivamente.

Mientras que para el factor B el análisis de varianza mostró resultados inferiores en los tratamientos aplicados con el regulador de crecimiento, encontrando diferencias significativas ($p < 0,05$) a los 60 y 75 días, dando en esta última fecha los mejores valores para comparar sus medias siendo estos 151,40 cm y 130,50 cm para los tratamientos que si se aplicó y aquellos en los que no se aplicó paclobutrazol, respectivamente.

La mejor interacción entre los tratamientos de los factores A y B, fue en los 75 días después de la siembra, donde se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$), siendo los tratamientos si aplicados de cada variedad quienes demostraron una disminución en la altura de plantas con medidas de 164 cm y 97 cm para las variedades Lira y Poderosa, respectivamente, mientras que los testigos de las mismas variedades mostraron una altura de 184,40 cm y 118,40 cm respectivamente, resultados que coinciden con aquellos presentados por Félix, et al., (6), quien comprobó que el uso del paclobutrazol disminuye la altura de las plantas de arroz a partir de su aplicación permitiendo reducir los porcentajes de pérdidas por acame del cultivo.

Resultados similares presentó Ponce, et al., (21), quienes demostraron en su investigación que el paclobutrazol ocasionó efectos significativos en el contenido de clorofila y disminuyó la altura de plantas. Mientras que contradice una investigación realiza por Velásquez, et al., (22),

ya que demuestran que el paclobutrazol no tuvo ningún efecto en los tratamientos aplicados en cuanto a la altura de la planta.

Tabla 6. Análisis de varianza para la altura de planta en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Factor A variedad de arroz		30dds	45dds	60dds	75dds
LIRA		66,53a	108,47a	126,22a	174,20 a
PODEROSA		51,40 b	80,13 b	94,37 b	107,70 b
Factor B aplicación de paclobutrazol		30dds	45dds	60dds	75dds
No		60,27a	95,33a	114,42a	151,40a
Si		57,67a	93,27a	106,17 b	130,50 b
Factor A	Factor B	30dds	45dds	60dds	75dds
LIRA	no	67,47a	109,20a	129,43a	184,40a
LIRA	si	65,60a	107,73a	123,00a	164,00 b
PODEROSA	no	53,07 b	81,47 b	99,40 b	118,40 c
PODEROSA	si	49,73 b	78,80 b	89,33 b	97,00 d
C.V. (%)		6,65	4,49	5,24	5,95

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

4.3. Número de macollos.

Se observa que la aplicación de paclobutrazol sobre el cultivo de arroz no muestra diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos que se aplicó y no se aplicó paclobutrazol, mostrando diferencia significativa solo entre las variedades debido a sus características diferentes de producción.

En la tabla 7 se presenta la separación de medias para las variedades Lira y Poderosa con un promedio de 1079,37 y 1988,27, respectivamente, siendo la Poderosa superior en el número de macollos debido a que es una variedad de alto rendimiento. Mientras que para el factor B (con aplicación o no de paclobutrazol), presentó diferencias numéricas con medias de 1561,60 y 1506,14 siendo el tratamiento donde no se aplicó el que mostró los mejores resultados en esta variable.

De acuerdo con las interacciones entre los factores A y B, donde presento diferencias estadísticas entre las variedades (factor A), más no presento diferencias estadísticas dentro de los tratamientos aplicados con el paclobutrazol, siendo ésta respuesta favorable ya que la aplicación de paclobutrazol no incide directamente al rendimiento. Obteniendo resultados para la variedad Poderosa de 1902,94 y 2073,60 macollos por 2 m² con aplicación y sin aplicación

de paclobutrazol respectivamente, y para la variedad Lira con aplicación y sin aplicación del regulador de crecimiento valores de 1109,34 y 1049,60 macollos por 2 m² respectivamente. Resultados que coinciden con aquellos presentados por Barzola (23), que también encontró diferencias numéricas dentro de los tratamiento de una misma variedad de arroz pero que no está influenciado significativamente por el uso de reguladores de crecimiento.

Al igual que la altura de planta, la habilidad para producir hijos (macollos) en el cultivo de arroz está influenciado por las condiciones ambientales. Es la etapa más larga del ciclo del cultivo y dura entre los 45 y 55 días, en variedades precoces y tardías, respectivamente (24).

La capacidad del macollamiento hace posible que las plantas puedan hacer un máximo uso del espacio disponible. El desarrollo del macollamiento está bastante influenciado por las radiaciones solares, temperatura y prácticas culturales tales como la densidad de siembra, suplemento de agua y nutrientes (25), y no está afectado de manera negativa ni positiva al utilizar reguladores de crecimiento.

Tabla 7. Análisis de varianza para el número de macollo en 2 m² en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Factor A variedad de arroz		Número de Macollos.
PODEROSA		1988,27a
LIRA		1079,37 b
Factor B aplicación de paclobutrazol		Número de Macollos.
No		1561,60a
Si		1506,14a
Factor A	Factor B	Número de Macollos.
PODEROSA	no	2073,60a
PODEROSA	si	1902,94a
LIRA	si	1109,34 b
LIRA	no	1049,60 b
C.V (%)		16,41

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

4.4. Número de espigas.

El análisis de varianza realizado sobre la variable número de espigas (tabla 8), donde se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre las variedades (factor A), siendo la variedad Lira inferior con un promedio de 1060,30 espigas por 2 m² frente a la variedad Poderosa con un número de espigas de 1935 por 2 m².

Mientras que para el factor B, no se encontraron diferencias estadísticas, mostrando solo diferencias numéricas para el tratamiento que no fue aplicado con el regulador de crecimiento, con un promedio de 1506,20 espigas por 2 m², dejando por debajo al tratamiento que le fue aplicado paclobutrazol con un promedio de 1489,10 espigas por 2 m².

En la interacción entre los factores A y B, se encontraron diferencias estadísticas para los tratamientos del factor A, presentando un promedio de 1979,80 espigas por 2 m², para la variedad Poderosa con la interacción del tratamiento no aplicado con paclobutrazol. Resultados que no coincide con aquellos presentados por Uma Rani Sinniah et al., (26), quien comprobó que al utilizar paclobutrazol en plantas de arroz a pesar de no presentar diferencias estadísticas entre el testigo y el tratamiento aplicado con el regulador las diferencias numéricas fueron superiores en los tratamientos aplicados con paclobutrazol, lo que coincide con los resultados obtenidos en la variedad Lira en la que se aplicó paclobutrazol frente al que no se aplicó, con promedios de 1088 y 1032,60 espigas respectivamente.

Tabla 8. Análisis de varianza para el número de espigas por 2 m² sobre un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Factor A variedad de arroz		Número de espigas.
PODEROSA		1935,00a
LIRA		1060,30 b
Factor B aplicación de paclobutrazol		Número de espigas.
No		1506,20a
Si		1489,10a
Factor A	Factor B	Número de espigas.
PODEROSA	no	1979,80a
PODEROSA	si	1890,20a
LIRA	si	1088,00 b
LIRA	no	1032,60 b
C.V. (%)		14,62

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

4.5. Peso fresco.

En el análisis de varianza sobre el peso fresco a los 30 y 60 días (tabla 9), no mostró diferencias estadísticas (p> 0,05), donde solo se encontraron diferencia numérica entre los tratamientos del factor A, presentando promedios de 167,10 gr y 158,70 gr, para las variedades Poderosa y Lira respectivamente a los 60 dds. En cuanto al factor B, tampoco mostró diferencias estadísticas, encontrando solo diferencias numéricas con promedios de 164,80 gr y 161 gr para los

tratamientos en los que no se aplicó y aquellos que, si se aplicó paclobutrazol, respectivamente a los 60 días.

En cuanto a las interacciones entre los factores A y B, no mostró diferencia significativa en la variable estudiada, mostrando solo diferencia numérica entre todos los tratamientos, siendo los tratamientos a los que no se aplicó el paclobutrazol los que presentaron las medias más elevadas a los 30 dds, a pesar de tener dos variedades de diferentes características, la variedad Poderosa logro superar por mínimo a la variedad Lira; esto gracias a que la variedad Poderosa presenta mayor número de macollos a pesar de ser una variedad de menor altura. Resultados que son similares con los presentados por Yi Ting Hsu y Ching Huei Kao (27), que al utilizar paclobutrazol sobre el cultivo de arroz no encontró diferencias estadísticas en cuanto al peso fresco de las plantas, donde solo presentó diferencias numéricas siendo superior el testigo, frente a los tratamientos que fueron aplicados con el regulador de crecimiento. Mientras que a los 60 días la variedad Poderosa aquella no se le aplico paclobutrazol mostro un promedio de 184,80 gr, a los 60 días, en cuanto a la variedad Lira que se aplicó el paclobutrazol presento un promedio de 172,60 gr en peso fresco siendo este el segundo valor más alto.

Tabla 9. Análisis de varianza para el peso fresco en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Factor A variedad de arroz		30 dds.	60dds.
LIRA		49,50a	158,70a
PODEROSA		44,50a	167,10a
Factor B aplicación de paclobutrazol		30 dds.	60dds.
No		50,10a	164,80a
Si		43,90a	161,00a
Factor A	Factor B	30 dds.	60dds.
LIRA	no	52,80a	144,80a
PODEROSA	no	47,40a	184,80a
LIRA	si	46,20a	172,60a
PODEROSA	si	41,60a	149,40a
C.V. (%)		27,22	22,44

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

4.6. Peso de materia seca.

Los resultados en el factor A, no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), entre los tratamientos y presentando diferencia numérica entre las medias de cada variedad, siendo la variedad Lira la que presentó promedios superiores de 7,83 gr y 49,35 gr a en los 30 y 60 días respectivamente.

En cuanto a los resultados del factor B, se no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, mostrando diferencia numérica a los 30 y 60 dds, siendo superior el tratamiento al que no se aplicó el regulador de crecimiento con un promedio de 7,49 gr a los 30 días, mientras que el tratamiento al que si se le aplicó el paclobutrazol mostro resultados superiores a los 60 días con un peso promedio de 48,15 gr.

De acuerdo con las interacciones entre los factores A y B (tabla 10), no presento diferencias estadísticas entre los tratamientos, donde la interacción entre la variedad Lira y el tratamiento que no fue aplicado paclobutrazol, logró ser superior a los 30 días mostrando una media de 8,13 gr, sin embargo, la variedad Poderosa a la que si se aplicó el regulador de crecimiento presento el menor valor con 5,92 gr y 42,30 gr a los 30 y 60 dds respectivamente. Mientas que a los 60 días la interacción entre la variedad Lira con paclobutrazol fue superior con un promedio de 54 gr. Resultados que coinciden con aquellos presentados por Yi Ting Hsu y Ching Huei Kao (27), donde se estudió la acumulación de ácido abscísico y la tolerancia al cambio en plántulas de arroz, mostrando solo diferencias numéricas entre los tratamientos control y testigo.

Tabla 10. Análisis de varianza para el peso de materia seca sobre un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Factor A variedad de arroz		30 dds.	60dds.
LIRA		7,83a	49,35a
PODEROSA		6,38a	46,48a
Factor B aplicación de paclobutrazol		30 dds.	60dds.
No		7,49a	47,15a
Si		6,72a	48,15a
Factor A	Factor B	30dds	60dds.
LIRA	no	8,13a	44,71a
LIRA	si	7,52a	54,00a
PODEROSA	no	6,85a	50,67a
PODEROSA	si	5,92a	42,30a
C.V. (%)		26,19	21,48

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

4.7. Longitud de raíz.

La tabla 11 muestra resultados para el factor A, donde no se encontraron diferencias estadísticas para los tratamientos, mostrando solo diferencias numéricas, siendo la variedad Lira la que cuenta con los mejores promedios de 8,97 cm y 18,25 cm, a los 30 y 60 dds con respectivamente.

En cuanto a los tratamientos del factor B, no presentó diferencias estadísticas entre ellos, mostrando diferencia numérica, siendo los tratamientos donde sí se aplicó el paclobutrazol los que mostraron los resultados inferiores con promedios de 8,53 cm y 17,76 cm en los 30 y 60 días respectivamente.

En la interacción entre los factores A y B (tabla 11), no presentó diferencias estadísticas, y solo mostraron diferencias numéricas, siendo la interacción con mayores resultados el tratamiento de la variedad Lira a la que le fue aplicado el paclobutrazol con promedios de 9,93 cm y 18,63 cm a los 30 y 60 días respectivamente, mientras que el tratamiento de la variedad Lira a la que si se le aplicó el paclobutrazol dio resultados inferiores a los 30 y 60 dds con promedios de 8,00 cm y 17,70 cm respectivamente.

Estos resultados son contradictorios con los obtenidos por Yi Ting y Ching Huei (27), que utilizando paclobutrazol en plantas de arroz lograron obtener una mayor longitud radicular en los tratamientos que fueron aplicados con el regulador frente al testigo.

Tabla 11. Análisis de varianza sobre la longitud radicular para un diseño diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Factor A variedad de arroz		30dds.	60dds.
LIRA		8,97a	18,23a
PODEROSA		8,77a	18,05a
Factor B aplicación de paclobutrazol		30dds.	60dds.
No		9,20a	18,52a
Si		8,53a	17,76a
Factor A	Factor B	30dds.	60dds.
LIRA	no	9,93a	18,63a
PODEROSA	si	9,07a	17,82a
PODEROSA	no	8,47a	18,40a
LIRA	si	8,00a	17,70a
C.V. (%)		20,93	10,82

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

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La variable altura de planta presentó resultados favorables en los tratamientos aplicados con paclobutrazol tanto para la variedad Lira como para la Poderosa a los 75 dds dado que su aplicación se la realizó a los 60 dds, ya que es en estos días se da con mayor intensidad la elongación de la planta, permitiendo con este insumo reducir su actividad de crecimiento durante la fase vegetativa.
- En la variable número de espigas, la aplicación de paclobutrazol en las variedades Lira y Poderosa no presentó diferencias estadísticas frente a los tratamientos que no fueron aplicados con el regulador, siendo esto muy importante ya que a pesar de que el paclobutrazol reduce la altura de las plantas no afecta directamente a la formación de espigas ya que su producción se mantiene estable.
- Las variables peso fresco y peso seco, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos testigo y control en cada variedad de arroz, al aplicar el regulador de crecimiento (paclobutrazol), solo mostraron diferencias numéricas siendo los tratamientos testigo de cada variedad los que presentaron valores superiores frente a los tratamientos control.
- Se demostró la efectividad que tiene el paclobutrazol en la inhibición de las hormonas giberelinas responsables del crecimiento de las plantas y de esta manera logrando plantas más pequeñas con la finalidad de evitar pérdidas en el cultivo causadas por factores como condiciones agroclimáticas extremas, tamaño y peso de las plantas.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se debe tomar en cuenta el tiempo y dosis de aplicación para una mejor eficiencia del producto sobre el cultivo y obtener resultados favorables que reflejaran en ganancias para el productor.
- En base a los resultados obtenidos en las diferentes variables analizadas se demuestra que el uso de reguladores de crecimiento como el paclobutrazol, a pesar de presentar diferencias numéricas inferiores entre los tratamientos aplicados con respecto a los testigos, no fueron significativos permitiendo así obtener resultados de producción que se encuentran dentro del margen en el que no representan pérdidas económicas para el productor.
- Realizar diferentes estudios empleando dosis de concentración y tiempo de aplicación en cultivos de variedades altas llegando hasta el periodo de cosecha y observar si mejora la producción, logrando así tener un mejor conocimiento acerca del manejo del regulador de crecimiento, sin causar efectos que implique inconformidad con la producción.
- Llevar a cabo un proyecto de investigación que tome en cuenta el estado económico y financiero para la producción de arroz al incorporar el regulador de crecimiento, de esta manera conocer si existe ganancia o pérdida económica.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

5.1. Bibliografía.

1. Chica J, Tirado Y, Barreto J. Indicadores de competitividad del cultivo del arroz en Colombia y Estados Unidos. 2016;33(2):16–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.49>.
2. Sorroza J. Universidad técnica de babahoyo [Internet]. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO; 2020. Available from: <https://dspaceutb.edu.ec/handle/49000/8211>
3. FAO. Seguimiento del Mercado del Arroz de la FAO. 2017;XX(4). Available from: www.fao.org/economic/RMM/es
4. Chipre, Lady, Paguay M. Propuesta de mejora de procesos operativos de la Piladora “INARMO”, Lomoas de Sargentillo. Universidad de Guayaquil; 2018.
5. Navarrete B. “Buenas prácticas agrícolas en los cultivos de maíz (*Zea mays* l .) y arroz (*Oryza sativa* l .) Parroquia San Placido, cantón Portoviejo”. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; 2012.
6. Cassia R De, Álvarez F, Alexandre C, Crusciol C, Stephan A. tierras altas de productividad de arroz debido a la reguladores del crecimiento. :42–9.
7. Deigiovanni V, Berrío L, Charry R. Origen , taxonomía , anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L .). In: De CI de AT, editor. Produccion eco-eficientedel arroz en América Latina [Internet]. Cali, Colombia: 365; 2010. p. 59. Available from: <http://cgspace.cgiar.org>
8. Interoc Custer. Etiqueta [Internet]. Lima, Perú; 2018. p. 1. Available from: <http://www.corporacioncuster.com>
9. Satorre E, Cárcova J, Abeledo G, López M. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo [Internet]. Editorial. Buenos Aires, Argentina; 2010. 816 pág. Available from: <http://redbiblio.unne.edu.ar/pdf>.
10. Gonzales RC. Evaluación agroproductiva de cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L .) en el Sur del Jíbaro Resumen [Internet]. Marta Abreu; 2015. Available from: <http://dspace.ucvl.edu.cu:8089/handle/123456789/2026>

11. Siso R, Veloza L. EFECTO DE APLICACIONES EDÁFICAS DE MAGNESIO, BORO Y ZINC SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE LAS VARIEDADES DE ARROZ FEDEARROZ 174, AGROCOM4 Y SEMILLANO (VICTORIA) [Internet]. universidad de los Llanos; 2015. Available from: repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/326/1/Tesis.pdf
12. (SAG) Secretaria de Agricultura y Ganaderia. Manual técnico para el cultivo de arroz. (Oryza sativa). Comayagua, Honduras; 2003. p. 59.
13. Pérez H, Rodríguez I. Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz). UTMACH, 20. Machala; 2018. 242 p.
14. Franquet J, Borràs C. Variedades y mejora del arroz (Oryza sativa L.). Primera ed. Cataluña, España; 2004. 454 p.
15. Roselló J. El Arroz en cultivo ecológico. Andalucía; p. 36.
16. Rodríguez Á, Ortiz C. Efecto de aplicaciones de fuentes de silicio sobre incidencia de enfermedades y componentes de rendimiento de las variedades Fedearroz 174 y Victoria 10 - 39 Ángel [Internet]. UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS; 2015. Available from: <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/324/1/tesis%2520final.pdf>
17. Torres R. Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz (Oryza sativa L.). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2013.
18. Olmos S. Apunte de morfología, fenología, ecofisiología y mejoramiento genético del arroz. Corrientes, Argentina; 2006. p. 13.
19. (SAG) S de A y G. M A N U A L T É C N I C O P A R A E L C U L T I V O D E A R R O Z . 2003;59.
20. Paredes M, Alfaro M, Becerra V, Carracelas G, Chilian J, Hirzel J, et al. Producción de arroz: Buenas Practicas Agricolas (BPA). Romero A, Rodriguez H, Paredes M, Becerra V, editors. Santiago, Chile; 2015. 104 p.
21. Ponce JF, Paz JJ, Zárate A, Partida L, Cruz M, García AM, et al. CLOROFILA , CRECIMIENTO , RENDIMIENTO EN GRANO Y PANZA BLANCA EN TRIGO

- HARINERO (*Triticum aestivum* L .) CULTIVADO CON PACLOBUTRAZOL. 2009;
22. Velázquez-alcaraz T, Díaz-valdés T, Ayala-tafoya F, Yáñez-juárez MG. genetic activity. 2019;14(1):51–9.
 23. Barzola J. Producción de arroz bajo riego de la variedad F – 50 mediante el uso de briquetas compuestas de N . P . K en el Cantón Daule ”. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL; 2012.
 24. Lira E. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE INTENSIFICACIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa* L) EN COMPARACIÓN A DOS SISTEMAS DE SIEMBRA TRADICIONALES BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN DARÍO, MATAGALPA. POSTRERA 2003. Universidad Nacional Agraria; 2004.
 25. Degiovanni VM. ANALISIS DE CRECIMIENTO Y ETAPAS DE DESARROLLO DE TRES VARIETADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L .) EN MONTERIA , CORDOBA GROWTH , DEVELOPMENT AND YIELD COMPONENTS ANALYSIS OF THREE RICE VARIETIES (*Oryza sativa* L .) IN MONTERIA , CORDOBA.
 26. Sinniah UR, Wahyuni S, Surya B, Syahputra A, Gantait S. A potential retardant for lodging resistance in direct seeded rice (*Oryza sativa* L .). 2012;
 27. Hsu YT, Kao CH. Abscisic acid accumulation and cadmium tolerance in rice seedlings. 2005;71–80.

Departamento Agrometeorológico del INIAP. (2019). *Información Agrometeorológica del campus "La María"*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo, Ecuador.

Google. (2019). Recuperado el 2019, de Google Earth: <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Resúmenes de análisis de varianza de las variables en estudio.

Tabla 12. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 30 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1181,85	3	393,95	25,58	<0,0001
factor A variedad arroz	1145,34	1	1145,34	74,38	<0,0001
factor B aplicación paclobutrazol	33,83	1	33,83	2,20	0,1577
factor A*B	2,69	1	2,69	0,17	0,6817
Error	246,38	16	15,40		
Total	1428,23	19			

Tabla 13. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 45 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4037,83	3	1345,94	75,13	<0,0001
factor A variedad arroz	4014,64	1	4014,64	224,10	<0,0001
factor B aplicación paclobutrazol	21,38	1	21,38	1,19	0,2908
factor A*B	1,80	1	1,80	0,10	0,7554
Error	286,64	16	17,91		
Total	4324,46	19			

Tabla 14. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 60 días después de la siembra

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5428,06	3	1809,35	54,13	<0,0001
factor A variedad arroz	5071,16	1	5071,16	151,71	<0,0001
factor B aplicación paclobutrazol	340,40	1	340,40	10,18	0,0057
factor A*B	16,51	1	16,51	0,49	0,4923
Error	534,81	16	33,43		
Total	5962,87	19			

Tabla 15. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la altura de planta a los 75 días después de la siembra

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24296,55	3	8098,85	115,04	<0,0001
factor A variedad arroz	22111,25	1	22111,25	314,08	<0,0001
factor B aplicación paclobutrazol	2184,05	1	2184,05	31,02	<0,0001
factor A*B	1,25	1	1,25	0,02	0,8957
Error	1126,40	16	70,40		
Total	25422,95	19			

Tabla 16. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el número de macollos en 2m-2

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4211321,46	3	1403773,82	22,15	<0,0001
factor A variedad arroz	4129587,20	1	4129587,20	65,15	<0,0001
factor B aplicación paclobutrazol	15379,06	1	15379,06	0,24	0,6290
factor A*B	66355,20	1	66355,20	1,05	0,3214
Error	1014142,30	16	63383,89		
Total	5225463,76	19			

Tabla 17. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el número de espigas en 2m-2

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3853243,75	3	1284414,58	26,80	<0,0001
factor A variedad arroz	3825500,45	1	3825500,45	79,82	<0,0001
factor B aplicación paclobutrazol	1462,05	1	1462,05	0,03	0,8635
factor A*B	26281,25	1	26281,25	0,55	0,4697
Error	766828,80	16	47926,80		
Total	4620072,55	19			

Tabla 18. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso fresco a los 30 dds.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	318,00	3	106,00	0,65	0,5956
factor A variedad arroz	125,00	1	125,00	0,76	0,3950
factor B aplicación paclobutrazol	192,20	1	192,20	1,17	0,2945
factor A*B	0,80	1	0,80	4,9E-03	0,9451
Error	2618,00	16	163,63		
Total	2936,00	19			

Tabla 19. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso fresco a los 60 dds

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4833,75	3	1611,25	0,86	0,4797
factor A variedad arroz	31,25	1	31,25	0,02	0,8986
factor B aplicación paclobutrazol	510,05	1	510,05	0,27	0,6081
factor A*B	4292,45	1	4292,45	2,30	0,1487
Error	29824,80	16	1864,05		
Total	34658,55	19			

Tabla 20. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso seco a los 30 dds

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,53	3	4,51	1,30	0,3077
factor A variedad arroz	10,45	1	10,45	3,02	0,1015
factor B aplicación paclobutrazol	2,95	1	2,95	0,85	0,3697
factor A*B	0,13	1	0,13	0,04	0,8481
Error	55,39	16	3,46		
Total	68,93	19			

Tabla 21. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre el peso seco a los 60 dds

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	432,11	3	144,04	1,36	0,2907
factor A variedad arroz	41,18	1	41,18	0,39	0,5417
factor B aplicación paclobutrazol	1,08	1	1,08	0,01	0,9210
factor A*B	389,84	1	389,84	3,68	0,0731
Error	1695,04	16	105,94		
Total	2127,15	19			

Tabla 22. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la longitud radicular a los 30 dds

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,42	3	3,47	1,01	0,4146
factor A variedad arroz	0,20	1	0,20	0,06	0,8136
factor B aplicación paclobutrazol	2,22	1	2,22	0,65	0,4334
factor A*B	8,00	1	8,00	2,32	0,1470
Error	55,12	16	3,44		
Total	65,54	19			

Tabla 23. Cuadro de Análisis de la Varianza sobre la longitud radicular a los 60 dds

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,05	3	1,02	0,26	0,8501
factor A variedad arroz	0,15	1	0,15	0,04	0,8444
factor B aplicación paclobutrazol	2,88	1	2,88	0,75	0,3997
factor A*B	0,02	1	0,02	4,5E-03	0,9472
Error	61,57	16	3,85		
Total	64,62	19			

Anexo 2. Actividades desarrolladas en la investigación

		
<p>Foto 1. Prueba de germinación de variedad Lira.</p>	<p>Foto 2. Medición del terreno de investigación.</p>	<p>Foto 3. Eliminación de malezas previa a la siembra.</p>

		
<p>Foto 4. Siembra del cultivo.</p>	<p>Foto 5. Plántula a arroz a 20 de sembrado.</p>	<p>Foto 6. Muestras de primera toma de datos a los 30 días.</p>
		
<p>Foto 7. Muestras dentro de la estufa para su secado.</p>	<p>Foto 8. Pesado de muestras secas.</p>	<p>Foto 9. Cultivo de arroz después del mes de siembra.</p>
		
<p>Foto 10. Preparación de EPP.</p>	<p>Foto 11. Mezcla de pesticida para aplicación en el cultivo.</p>	<p>Foto 12. Aplicación de insumos al cultivo.</p>

		
<p>Foto 13. Cultivo de arroz con más de un mes de sembrado.</p>	<p>Foto 14. Toma de altura a los 45 en la variedad Poderosa.</p>	<p>Foto 15. Toma de altura a los 45 días en la variedad Lira</p>
		
<p>Foto 16. Aplicación de paclobutrazol en el cultivo.</p>	<p>Foto 17. Segunda toma de datos.</p>	<p>Foto 18. Peso de muestras.</p>
		
<p>Foto 19. Visualización de peso en la balanza.</p>	<p>Foto 20. Aplicación de fertilizantes al cultivo.</p>	<p>Foto 21. Aplicación de pesticida al cultivo.</p>



Foto 22. Toma amplia del cultivo de arroz.



Foto 23. Toma de altura de planta a los 75 días a la variedad Poderosa.



Foto 24. Toma de altura de planta a los 75 días a la variedad Lira.



Foto 25. OptiWater.- producto capaz de identificar el pH del agua a usa en las aplicaciones de pesticidas.



Foto 26. Arpon.- producto agrícola con la capacidad de fijación del insumo aplicado al cultivo.



Foto 27. Siapton.- abono foliar (0,5 lt/ha)



Foto 28. Complex.- abono foliar (1 lt/ha).

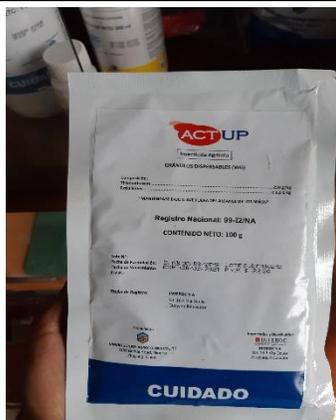


Foto 29. ActUP.- insecticida agrícola (200 gr/ha).



Foto 30. TOPGUN.- fungicida agrícola (0,5 lt/ha).



Foto 31. Safiro.- herbicida agrícola selectivo (4 lt/ha).



Foto 32. Crapal.- producto agrícola utilizado como regulador de crecimiento con ingrediente activo (paclobutrazol al 25%)



Foto 33. King.- herbicida agrícola quemante (1 lt/ha).