



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agropecuario.

Título del Proyecto de Investigación:

“EFECTO DEL USO DEL INHIBIDOR DE SÍNTESIS DE GIBERELINAS
PACLOBUTRAZOL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MAÍZ
(*Zea mays* L.) SOMETIDOS A ALTAS DENSIDADES DE SIEMBRA”

Autor:

Darwin Roberto Sánchez Álvarez

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Agrón. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, PhD.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Darwin Roberto Sánchez Álvarez, 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.

Darwin Sánchez
Darwin Roberto Sánchez Álvarez

C.I. 120748677-8

AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Darwin Roberto Sánchez Álvarez, realizo el Proyecto de Investigación de grado titulado “Efecto del uso del inhibidor de síntesis de giberelinas paclobutrazol en el rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), sometidos a altas densidades de siembra”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

Atentamente,



Ing. Agrón. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

Mocache, 08 de noviembre del 2022

Ing. Rommel Ramos Remache, M.SC.
COORDINADOR DE CARRERA AGROPECUARIA

De mi consideración:

Dado que el suscrito es conocedor que el proyecto de Investigación titulado “Efecto del uso del inhibidor de síntesis de giberelinas paclobutrazol en el rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), sometidos a altas densidades de siembra”, de auditoria del señor Darwin Roberto Sánchez Álvarez, estudiante de la carrera AGROPECUARIA, del cual fui designado Director de Trabajo del Proyecto de Investigación. 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 6% 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 Darwin Roberto Sánchez Álvarez.

Figura 1. Certificación del porcentaje de confiabilidad (94%) y similitud (6%) de URKUND.

URKUND	
Documento	Tesis Rendimiento Maiz.docx (D149083057)
Presentado	2022-11-08 16:38 (-05:00)
Presentado por	Camilo (cmestanza@uteq.edu.ec)
Recibido	cmestanza.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Tesis de Darwin Sanchez Mostrar el mensaje completo 6% de estas 18 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.

Ing. Agrón. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efecto del uso del inhibidor de síntesis de giberelinas paclobutrazol en el rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), sometidos a altas densidades de siembra”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Godoy Montiel, Dr.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Diana Véliz Zamora M. Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gregorio Vásquez Montufar, Dr.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

AGRADECIMIENTO

Principalmente darle gracias a Dios por todas las bendiciones que me regala día a día y por permitirme lograr una meta más en mi vida como lo es mi formación profesional, A mis padres Roberto Sánchez y Nelly Álvarez por apoyarme en todo lo necesario durante el transcurso de mi vida como estudiante los amo y que Dios me los bendiga. A mi prometida Brisa Macias agradecerle por todo su apoyo brindado y por sus palabras de motivación para alcanzar mi tan ansiado logro.

A mi tutor de guía y director de tesis, Dr. Camilo Mestanza Uquillas Por su apoyo constante y orientación en el desarrollo de la investigación. Quedo muy agradecido por su Apoyo y disposición para la culminación de dicho trabajo. A mis compañeros agradecerles por todo el apoyo brindado durante el manejo de mi investigación.

A el ing. Francisco Espinosa Carrillo, PhD. Por Ayudarme con las correcciones de mi investigación y por la paciencia brindada durante todo el periodo de revisión de dicho documento.

Darwin Roberto Sánchez Álvarez

DEDICATORIA

Primordialmente a Dios, porque sin tu bendición no hubiese alcanzado todo lo que me he propuesto, acompañándome en todo momento que mi madre me daba la bendición, en ti he puesto todo lo que soy mi fe, esperanza y fuerzas para poder superar todo en la vida.

A mis padres por su amor, cariño y apoyo brindado durante toda mi vida que nunca me han hecho falta, ustedes son mi motor de seguir adelante, me han enseñado que a pesar que la vida nos ponga muchas barreras hay que ser fuerte y superarlas. Y al resto de mi familia por su apoyo en todos estos años de estudio.

Este trabajo y esfuerzo va dedicado para mi prometida y para todas esas personas que me motivaron a seguir adelante y a lograr todo lo que me proponga y a nunca olvidarme de dónde vengo y hacia dónde voy.

A mis Compañeros/as por su compañía desde el inicio y durante esta etapa, compartiendo muchas experiencias y recuerdos inolvidables, Dios los bendiga a todos.

RESUMEN

La investigación se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para la cual se utilizaron dos híbridos y una variedad criolla de maíz (*Zea mays* L.), con y sin la aplicación de un regulador de crecimiento Paclobutrazol, siendo este insumo capaz de inhibir las giberelinas, hormonas encargadas del crecimiento. Los objetivos de la investigación fueron: determinar el efecto del uso del inhibidor de síntesis de giberelinas Paclobutrazol en el rendimiento del maíz, determinar la altura y el diámetro del tallo durante la etapa vegetativa, cuantificar el rendimiento de los granos, realizar un análisis económico. Se emplearon 6 tratamientos, utilizando un DCA con arreglo factorial (3x2), dispuesto en 4 repeticiones. Los resultados de las variedades evaluadas mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la altura de planta a los 60 días para el híbrido emblema con 269,49 cm y 265,80 cm para los tratamientos sin y con aplicación de Paclobutrazol, respectivamente. Con respecto al diámetro de la planta no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. La variable rendimiento mostró resultados altamente significativos obteniendo como resultado que la variedad emblema con 19,50 t./ha con aplicación de Paclobutrazol fue superior a los demás tratamientos. Finalmente, en la variable análisis económico nos muestra que la variedad emblema con aplicación obtuvo mayores ingresos frente a los demás tratamientos con una relación B/C de 3,63.

Palabras claves: Variedades de maíz, regulador de crecimiento, Ácido giberélico, Paclobutrazol, rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out at the "La María" Campus of the State Technical University of Quevedo, for which two hybrids and a native variety of corn (*Zea mays* L.) were used, with and without the application of a growth regulator Paclobutrazole, this input being capable of inhibiting gibberellins, hormones responsible for growth. The objectives of the research were: to determine the effect of the use of the inhibitor of synthesis of gibberellins Paclobutrazole on the yield of corn, to determine the height and diameter of the stem during the vegetative stage, to quantify the yield of the grains, to perform an economic analysis. 6 treatments were used, using a DCA with factorial arrangement (3x2), arranged in 4 replications. The results of the varieties evaluated showed significant differences ($p \leq 0.05$) for the plant height at 60 days for the emblem hybrid with 269.49 cm and 265.80 cm for treatments without and with application of Paclobutrazole, respectively. With respect to the diameter of the plant, no significant differences were shown between the treatments. The yield variable showed highly significant results obtaining as a result that the emblem variety with 19.50 t./ha with application of Paclobutrazole was superior to the other treatments. Finally, in the variable economic analysis shows us that the emblem variety with application obtained higher income compared to other treatments with a B/C ratio of 3.63.

Key words: Maize varieties, growth regulator, Gibberellic acid, Paclobutrazole, yield.

TABLA DE CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Diagnóstico.	4
1.1.3. Pronóstico.	5
1.1.4. Formulación Del Problema.	5
1.1.5. Sistematización del problema.....	5
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos.	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1. Marco conceptual.	8
2.2. Marco referencial.	8
2.3. Origen y distribución del maíz.	8
2.4. Fase vegetativa.	9
2.5. Fase reproductiva.	9
2.6. Densidad de siembra.....	9
2.8. Acame de maíz.	10
2.9. Maíz criollo.	11
2.10. Importancia de la recuperación de las variedades criollas.	11
2.11. Híbridos.....	11
2.11.1. Selección de variedades e híbridos.	12
2.11.2. Ventajas y desventajas de los híbridos.....	12
2.11.3. Híbrido EMBLEMA.....	13
2.11.4. Híbrido ESPLENDOR.....	13
2.12. Paclobutrazol (PBZ).	13
2.12.1. Propiedades químicas de Paclobutrazol.....	14
2.12.2. Uso del Paclobutrazol (PBZ).	14
2.1. Síntesis del ácido giberélico.	14

2.2.	Investigaciones previas relacionadas con el tema de investigación.	15
CAPÍTULO III		8
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		8
3.1.	Localización y duración de la presente investigación.	18
3.1.1.	Condiciones agroclimáticas.....	18
3.2.	Método de investigación.....	18
3.2.1.	Método comparativo.	18
3.2.2.	Método de observación.	18
3.2.3.	Método analítico.	19
3.3.	Fuentes de recopilación de información.	19
3.4.	Diseño de experimento.	19
3.4.1.	Tratamientos.	19
3.4.2.	Esquema del ANDEVA	20
3.4.3.	Modelo matemático.....	20
3.5.	Características de las parcelas	21
3.6.	Instrumento de investigación	21
3.6.1.	Variables a evaluar.	21
3.6.2.	Altura de la planta (cm).....	21
3.6.3.	Diámetro del tallo (cm).	21
3.6.4.	Rendimiento por parcela.	21
3.6.5.	Análisis económico.	22
3.7.	Tratamientos de los datos	22
3.8.	Recursos humanos y materiales.....	22
3.8.1.	Recursos humanos	22
3.9.	Manejo del experimento.	23
CAPÍTULO IV		24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		24
CAPÍTULO V		30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		30
5.1.	Conclusiones	31
5.2.	Recomendaciones.....	32
CAPÍTULO VI.....		33
6.1.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
CAPÍTULO VII		36
ANEXOS		36
7.1.	Tablas de análisis de varianza.	37

7.2. Fotografías	39
------------------------	----

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.- Características agro meteorológicas.	18
Tabla 2. Descripción de tratamientos que se analizaron.	20
Tabla 3. Esquema del Análisis de varianza.	20
Tabla 4. Materiales y equipos utilizados en la investigación.	22
Tabla 5. Análisis estadístico altura de planta.....	25
Tabla 6. Análisis de varianza para el diámetro de planta.....	26
Tabla 7. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea.....	27
Tabla 8. Análisis económico.	28
Tabla 9. Análisis de beneficio/costo.....	29

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Figura 1. Semillas que se utilizaron para la investigación.	39
Figura 2. Preparación del terreno	39
Figura 3. Siembra del maíz.....	39
Figura 4. Control de malezas.....	39
Figura 5. cultivo de maíz a sus 15 días despues de la siembra.....	40
Figura 6. Toma de datos de altura de planta.....	40
Figura 7. Cultivo de maíz a los 60 días después de la siembra.	40
Figura 8. Problema de acame presente en la investigación	40
Figura 9. Cosecha del maíz realizada a los 120 días.....	40
Figura 10. Humedad con la que se recolectó los granos de maíz.....	40

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	"Efecto del uso del inhibidor de síntesis de giberelinas Paclobutrazol en el rendimiento del cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.) sometidos a altas densidades de siembra"		
Autor:	Darwin Roberto Sánchez Álvarez		
Palabras claves:	Variedades de maíz	Regulador de crecimiento	Ácido giberélico
	Paclobutrazol	Rendimiento	
Fecha de publicación			
Editorial:	UTEQ, 2022		
Resumen:	<p>La investigación se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para la cual se utilizaron dos híbridos y una variedad criolla de maíz (<i>Zea mays</i> L.), con y sin la aplicación de un regulador de crecimiento Paclobutrazol, siendo este insumo capaz de inhibir las giberelinas, hormonas encargadas del crecimiento. Los objetivos de la investigación fueron: determinar el efecto del uso del inhibidor de síntesis de giberelinas Paclobutrazol en el rendimiento del maíz, determinar la altura y el diámetro del tallo durante la etapa vegetativa, cuantificar el rendimiento de los granos, realizar un análisis económico. Se emplearon 6 tratamientos, utilizando un DCA con arreglo factorial (3x2), dispuesto en 4 repeticiones. Los resultados de las variedades evaluadas mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la altura de planta a los 60 días para el híbrido emblema con 269,49 cm y 265,80 cm para los tratamientos sin y con aplicación de Paclobutrazol, respectivamente. Con respecto al diámetro de la planta no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. La variable rendimiento mostró resultados altamente significativos obteniendo como resultado que la variedad emblema con 19,50 t./ha con aplicación de Paclobutrazol fue superior a los demás tratamientos. Finalmente, en la variable análisis económico nos muestra que la variedad emblema con aplicación obtuvo mayores ingresos frente a los demás tratamientos con una relación B/C de 3,63.</p>		

Abstract:	<p>The research was carried out at the "La María" Campus of the State Technical University of Quevedo, for which two hybrids and a corn and a Creole variety (<i>Zea mays</i> L.) were used, under the application of a Paclobutrazole growth regulator, this input being capable of inhibiting gibberellins, hormones responsible for growth. The objectives of the research were: To determine the effect of the use of the gibberellin synthesis inhibitor Paclobutrazole on maize yield, to determine the height and diameter of the stem during the vegetative stage, to quantify the yield of grains, to perform an economic analysis. 6 treatments were used divided into 3 treatments for factor A (plant material) and 3 for factor B (with and without application of Paclobutrazole.) for which a DCA was used with factorial arrangement, each treatment consisted of 4 repetitions. The results of the varieties evaluated showed highly significant differences ($p \leq 0.05$) for the plant height at 60 days for the emblem hybrid 269.49 cm, 265.80 cm for treatments without and with application of Paclobutrazole. With respect to the diameter of the plant, no significant differences were shown between the treatments, in the variable yield showed highly significant results obtaining as a result that the emblem variety with 19.50 t./ha with application of Paclobutrazole was superior to the other treatments, while in the variable economic analysis shows us that the emblem variety with application obtained higher income compared to the other treatments with a B/C ratio of 3.63.</p>
Descripción:	54 hojas: dimensiones, 29 x 21cm + CD-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de mucha importancia debido a su gran aporte económico en nuestro país además de su gran demanda en la seguridad alimentaria, se lo siembra tanto en la costa como en la sierra, bajo diferentes condiciones ambientales como temperatura, humedad, régimen de lluvias, luminosidad y suelos.

El rendimiento de un cultivo está en funcionalidad del genotipo, desempeño tecnológico y condiciones climáticas. Para aumentar el rendimiento de granos por unidad de área, se podría lograr con el trabajo de semillas híbridas con alta capacidad provechosa de grano y aplicación de un eficiente funcionamiento tecnológico del cultivo.

Cabe indicar, que los diferentes maíces híbridos por su condición homocigótica posee un elevado nivel de adaptabilidad a diferentes ecosistemas; y para expresar toda su capacidad provechosa de grano, es necesario de una apropiada densidad de la población; siendo primordial probarla con altas densidades poblacionales y un equilibrado programa nutricional, con la finalidad de tener más grande número de mazorcas por unidad de área y así conseguir aumentar de manera significativa el rendimiento de la cosecha (1).

En el Ecuador el cultivo de maíz ha evolucionado en los últimos años, muestra que muestran diferencias entre ambos tipos usados: maíz duro y maíz suave. El maíz duro es más usado para uso industrial y este es la razón primordial que justifica la extensión tanto en área cultivada como en rendimiento. Este cultivo tiene una gigantesca demanda de parte de la agroindustria, la mayoría está referida primordialmente a la producción avícola y de alimentos balanceados (2).

El agricultor ecuatoriano posee a disposición una extensa gama de híbridos comerciales de maíces nacionales e interpuestos, dichos varían de manera considerable en cuanto al precio de semilla, periodo, textura de grano y tecnología integrada referente a resistencia a insectos y patologías, a la vez que su potencial de rendimiento supera prolongadamente el grado de productividad alcanzado por los agricultores (3)

La densidad a la cual se siembra el maíz es otro componente fundamental en los nuevos paquetes tecnológicos y tiene mucha predominación en la decisión del rendimiento, se plantea que los híbridos generan más grande rendimiento que las variedades. Con la creciente población y el decrecimiento de tierras para cultivar, los paquetes tecnológicos otorgan híbridos que se siembran a altas densidades para de esta forma lograr tener el mismo rendimiento en un área menor que antes, usando al lado de altas densidades otros paquetes como fertilización y funcionamiento de plagas (4).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En la provincia de los Ríos los productores maiceros. siempre están buscando alternativas para obtener mayores rendimientos en sus cultivos y optan por buscar híbridos que les permitan alcanzar sus objetivos, sin embargo, La falta de asesoramiento técnico a los agricultores impide que obtengan un mayor rendimiento y manejo sostenible en la producción del maíz.

El crecimiento de la productividad y descarga de los precios de producción son los primordiales fines que debería proponerse el área maicero. Ecuador en calidad corresponde a los superiores territorios de todo el mundo, sin embargo, en rendimiento no, el productor indica argumentando que el rendimiento está en un promedio de 5 a 6 toneladas por hectáreas una vez que hay territorios que tienen la posibilidad de pasar las 10 toneladas por hectárea. Los maiceros que constan de tecnología apropiadas continúan llegando a 7 u 8 toneladas por hectáreas (5).

1.1.2. Diagnóstico.

El maíz es el tercer cultivo más relevante en el planeta, sembrándose 129 millones de hectáreas, con rendimientos de grano de 6,7 t/ha en territorios desarrollados y 2,4 t/ha en territorios en desarrollo. La densidad óptima en maíz para rendimiento de grano y forraje es dependiente del genotipo, fertilidad y funcionamiento agronómico que se le realice al cultivo (6).

La densidad de la población para el cultivo del maíz se considera como el componente que beneficiará a los agricultores a obtener mayores rendimientos en sus cultivos, de igual forma esto permitirá cumplir con la seguridad alimentaria de la población mundial, el aumento de la densidad de siembra del maíz es de mayor relevancia ya que es un elemento positivo para

la captura de luz. Sin embargo, además se debería tener presente la elevación de la planta, debido a que este componente puede reducir el rendimiento del cultivo (7).

1.1.3. Pronóstico.

Actualmente las variedades grandes de maíz no son de mucho agrado para los productores, gracias a los problemas que se muestran a lo largo del desarrollo del cultivo, por lo que con esta investigación se buscará otras alternativas para mejorar el rendimiento de dichas variedades de maíz como las altas densidades de siembra y la aplicación del ácido giberélico (*Paclobutrazol*), que permitirá mantener el control de la altura de la planta y de esta forma no presentar inconvenientes que estén afectando al rendimiento del cultivo.

1.1.4. Formulación Del Problema.

Se logrará reducir la altura de la planta de maíz aplicando un ácido giberélico (*Paclobutrazol*), en la etapa vegetativa.

1.1.5. Sistematización del problema.

¿Qué efecto tuvo el estudio del ácido giberélico durante la fase vegetativa en los híbridos EMBLEMA, ESPLENDOR y una variedad criolla de maíz, sometidos a los distintos tratamientos?

¿Se hallarán diferencias durante la fase vegetativa entre el testigo y los tratamientos con la aplicación de ácido giberélico?

¿Se conseguirá mejorar el rendimiento de los híbridos EMBLEMA, ESPLENDLOR y una variedad criolla de maíz, sometidos a distintos tratamientos?

1.2. Justificación.

La investigación tuvo como principal objetivo incrementar las producciones de maíz con el fin de mejorar el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con altas densidades de siembra, se utilizó un inhibidor de ácido giberélico (Paclobutrazol), El cual nos ayudó a reducir el crecimiento de la planta para prevenir el acame llevándola a la fase reproductiva y aumentar el rendimiento del cultivo.

En la provincia de los Ríos, Ecuador se cultivan anualmente alrededor de 334.767 ha de maíz. Siendo uno de los principales cultivos que son fuentes de trabajo para miles de ecuatorianos, Con esta investigación se requiere aumentar la producción utilizando las altas densidades de siembra en el cultivo de maíz, con el fin de satisfacer la demanda insatisfecha de la población nacional (8).

Para mejorar el rendimiento en los cultivos el agricultor debería tener en cuenta ciertos componentes que están afectando a la producción, primordialmente las limitaciones de las densidades de siembra al igual que la calidad de los híbridos o variedades, la fertilización y el control de plagas y las patologías que están afectando el rendimiento de la producción.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el efecto del uso del inhibidor de síntesis de giberelinas Paclobutrazol en el rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), sometidos a altas densidad de siembra.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la altura de la planta y el diámetro del tallo durante la etapa vegetativa de los híbridos EMBLEMA, ESPLENDOR y una variedad criolla de maíz, sometidos a los diversos tratamientos.
- Cuantificar el rendimiento de granos de los híbridos EMBLEMA, ESPLENDOR y una variedad criolla de maíz, sometidos a los diversos tratamientos.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. El maíz.

El maíz es un cereal, una planta gramínea americana, que se caracteriza por tener tallos largos y macizos (y no huecos como sus familiares más cercanos) finalmente de los cuales se otorgan espigas o mazorcas (inflorescencias femeninas), con sus semillas o granos de maíz dispuestos durante su eje (9).

2.1.2. Paclobutrazol.

Es un regulador del crecimiento vegetal que se absorbe pasivamente por las raíces, tallos y hojas, y se mueve por el xilema en sentido acrópeto hacia las hojas y yemas. No hay movilidad en el floema. Al alcanzar las zonas meristémicas subapicales impide la producción de giberelina mediante la inhibición de la oxidación del kaureno a ácido kaurenoico, lo que reduce el ritmo de la división celular sin causar fitotoxicidad (10).

2.1.3. Biomasa.

La biomasa es una fuente de energía procedente de forma indirecta del sol y podría ser considerada una energía renovable continuamente que se continúen unas fronteras medioambientales adecuados en su uso y explotación (11).

2.1.4. Densidad.

La densidad óptima se alcanza una vez que está la proporción de plantas que posibilita un pleno desarrollo de las mismas, y esto posibilita obtener un elevado rendimiento. Esta proporción de plantas se estima justo la esencial para conseguir el más grande rendimiento viable, debido a que por abajo o encima de esta porción se pone en peligro el buen desarrollo de cada una de las plantas (12).

2.2. Marco referencial.

2.3. Origen y distribución del maíz.

El maíz se derivó en una sección restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron después hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas del origen americano del maíz, empero jamás ha sido dicho en ningún tratado antiguo, hasta el hallazgo de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera ocasión en la isla de Cuba en octubre de 1492 (13).

2.4. Fase vegetativa.

Esta etapa inicia a partir de la siembra y tesa hasta poco anterior a que aparezcan las construcciones reproductivas, o sea, una vez que se empieza a visualizar la espiga del maíz (flor masculina). A lo largo de la fase de plántula cualquier mal al follaje o a las raíces es crítico y pone en peligro la supervivencia de las plántulas. En la etapa vegetativa la mayoría de la energía va a la formación de follaje; por consiguiente, la planta tiene cierta tolerancia a la pérdida de follaje a causa del ataque de alguna plaga. A lo largo de este incremento vegetativo predominan plagas como trips (*Frankiniella williamsi*), larvas de diabroticas (*Diabrotica virgifera zea*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gusano militar (*Spodoptera exigua*), gusano trozador (*Agrotis sp.*), gusano de alambre (*Agriotes sp.*), gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), picudo (*Geraeus senilis*), chapulín (*Sphenarium purpurascens*) y araña roja (*Oligonychus mexicanus* y *Tetranychus sp.*) (14).

2.5. Fase reproductiva.

Inicia una vez que se visualiza la espiga del maíz y acaba hasta que se tiene la madurez fisiológica del cultivo (capa negra en el punto de inserción del grano con el olote). A lo largo de esta fase se muestran plagas como el picudo, chapulín, araña roja y gusano elotero (*Helicoverpa zea*). La incidencia de plagas a lo largo del incremento vegetativo se ve reflejada en la etapa reproductiva del maíz, llegando a provocar enormes pérdidas en el potencial de rendimiento, gracias a la reducción en el abasto de fotosintatos para el aumento de los granos. El ataque de gusano elotero a los granos de maíz puede producir una infección por el hongo *Aspergillus flavus*, el cual es responsable de la producción de aflatoxinas, sustancias enormemente cancerígenas para el ser humano (14).

2.6. Densidad de siembra.

La densidad de siembra es la proporción de semillas que depositamos en una hectárea de lote. Ambas porciones no son equivalentes, debido a que una parte de la semilla o las plántulas se pierden antecedente de realizarse. La densidad de plantas aconsejable es dependiente de diversos componentes, las condiciones agroecológicas y el desempeño, o sea, a medida que más grande sea la fertilidad del suelo, la fertilización, o generalmente las condiciones de incremento, más grande densidad tenemos la posibilidad de mantener y a la inversa, acorde más plantas queramos tolerar, más poseemos que fertilizar y superiores condiciones poseemos que intentar. En la práctica, esto quiere decir que las densidades recomendables tienen la posibilidad de ir a partir de quizás 50 mil plantas en

temporal, laderas, suelos que no retienen bien el agua, hasta cerca de 100 mil en las superiores condiciones.

Los híbridos son más adaptados a altas densidades de siembra comparados con las variedades locales, sin embargo, además necesitan de un funcionamiento más exhaustivo como una más grande proporción de fertilizantes para poder hacer obtener elevados rendimientos.

2.7. Densidad de planta.

La densidad de plantas aconsejable es dependiente de diversos componentes:

- Las condiciones agroecológicas y el desempeño. Con superiores condiciones de fertilidad del suelo, fertilización y un mejor desempeño, se va a poder mantener una más grande densidad de plantas. Las densidades recomendables tienen la posibilidad de ir a partir de las 50 mil plantas por hectárea en condiciones de temporal, laderas y suelos malos, hasta 100 mil o más en las superiores condiciones, ejemplificando bajo riego en ciertas regiones de Sinaloa o del Bajío.
- La pluralidad. Los híbridos bajos, y precoces, necesitan de una más grande densidad que los híbridos elevados y tardíos para poder hacer su más alto rendimiento. Criollos y ciertos híbridos malos no aguantan densidades medianas, se acaman.
- El peligro de sequía. En caso de sequía, una densidad alta es contraproducente. Por consiguiente, conviene laborar con densidades modestas en regiones donde este problema es frecuente (15).
- Rendimiento deseado. Los rendimientos máximos por planta son de entre 150 a 180 gramos. Por consiguiente, si en una parcela se esperan unas 12 toneladas de grano por hectárea, la densidad de plantas aconsejable es de 67- 80 mil plantas por hectárea.

2.8. Acame de maíz.

El maíz constantemente es perjudicado por el acame, así sea de raíz o de tallo. Se plantea que una planta se acama de raíz una vez que la parte más baja del tallo forma un ángulo de 45° o menos con el área del suelo. Hay acame del tallo una vez que éste se quiebra abajo de la mazorca y la cantidad quebrada forma un ángulo de 45° o menos con el suelo. Suele haber escasa interacción entre el acame de raíz y el de tallo; el primero tiende a asociarse con componentes del medio ambiente como lluvias intensas con aire, o con componentes de desempeño como la alta densidad o la mala repartición de plantas, mientras tanto que la quebradura del tallo a menudo está estrechamente asociada con

propiedades genéticas como la resistencia a patologías e insectos, la prolificidad y el tipo de senescencia (16).

El impacto del acame sobre el rendimiento es dependiente de en qué momento se genera y de que las mazorcas permanezcan en contacto con el suelo la era suficiente para que se haga la pudrición o la germinación. Las pérdidas económicas además dependen del procedimiento de cosecha que se use. Una vez que se aplican máquinas, muchas plantas acamadas no van a ser cosechadas. Si el campesino cosecha a mano, el acame incrementará la época solicitada y los precios de mano de obra (16).

2.9. Maíz criollo.

Las semillas criollas son el producto de la selección una especie vegetal condiciones locales, es uno de los elementos más importantes para la producción de los cultivos y para la seguridad alimentaria de nuestros pueblos, por ello muchas empresas trasnacionales se están queriendo adueñar de las semillas porque saben bien que teniendo la semilla controlan la alimentación de la población. Una semilla criolla es un tipo de semillas escogida y producida por los mismos agricultores en sus propios campos. Esto se logra en varios años de siembra (17).

2.10. Importancia de la recuperación de las variedades criollas.

- Son baratas, puesto que salen de las mismas cosechas o las tenemos la posibilidad de intercambiar con familias amigas.
- Permanecen adaptadas al lote, puesto que crecen y se fortalecen allí mismo.
- Son naturales y no perjudican el medio ambiente al no necesitar tanto pesticida.
- Toleran las sequías, proporcionan cosechas numerosas y se enferman menos (17).

2.11. Híbridos.

La hibridación del maíz se considera un procedimiento genotécnico que tiene como fin primordial el aprovechamiento de la generación F1 (híbrido F1) que es el resultado de la cruce de 2 progenitores con cualquier composición genética, dichos tienen la posibilidad de ser variedades de polinización independiente, variedades sintéticas, familias y líneas parcial y plenamente endogámicas. Un híbrido de 3 líneas se forma cruzando un híbrido sencillo con una línea pura, los que por sus propiedades de producción y habituación ocupan un espacio intermedio entre un híbrido sencilla y un doble, ello conduce a aprovechar mejor la complementación de genes aditivos que se expresan en la heterosis,

lo cual posibilita producir cultivares con seguridad de rendimiento y que amortigüen mejor los efectos negativos ocasionados por el ambiente (18).

2.11.1. Selección de variedades e híbridos.

Una vez que el productor siembra una pluralidad de polinización independiente, puede elegir semilla al instante de la cosecha para la siguiente siembra, continuamente y una vez que no hay a otra pluralidad alrededor de su lote. Lo anterior no se aplica una vez que se siembra una diversidad híbrida, debido a que los rendimientos se disminuyen por pérdida del vigor híbrido o heterosis. Los híbridos generan más grandes rendimientos, sin embargo, son más exigentes en cuanto al funcionamiento, primordialmente en fertilización para que logren manifestar todo su potencial beneficioso. Los híbridos por ser mejores a las variedades de polinización independiente son los de máximo precio, por consiguiente, se recomiendan para las regiones donde no hay inconvenientes de precipitación y para suelos con buena fertilidad; además es fundamental la capacidad económica del productor (19).

2.11.2. Ventajas y desventajas de los híbridos.

Entre los beneficios de los híbridos en dependencia con las variedades tienen la posibilidad de citar las próximas: más grande rendimiento de grano, floración 10 uniforme, elevación de planta, plantas más pequeñas sin embargo vigorosas que son resistente al acame, mazorca y grano más sanos; generalmente, más grande precocidad y desarrollo inicial (20).

Las desventajas que el mismo creador indicaba eran: reducción del área de habituación, tanto en espacio como tiempo, escasa variabilidad genética que lo hace delicado a las epifitas; insuficiencia de obtener semillas para la siembra y un elevado precio; necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para crear su potencialidad genética (20).

La semilla de maíz híbrido da a los agricultores variedades que tienen propiedades genéticas mejoradas, como el elevado potencial de rendimiento y combinaciones de letras y números únicas para combatir las patologías y condiciones de cultivo adversas, sin embargo, solo si la semilla producida sacia las más altas reglas genéticas, físicas y fitosanitarias (20).

2.11.3. Híbrido EMBLEMA.

Este material es de origen tailandés, es de la misma línea que los ADVANTA, sus características son:

- ✓ El ciclo de vida de este híbrido es 125 días.
- ✓ El EMBLEMA al encontrarse en condiciones favorables puede emitir la flor a los 54 días después de la siembra.
- ✓ Los días a la cosecha de este material puede ir desde los 120 días a los 140 días después de la siembra.
- ✓ El grano que se desarrolla en este híbrido es de tipo Semi - Cristalino con un color Anaranjado – Rojizo.
- ✓ La planta puede alcanzar un desarrollo de 260 cm de altura.
- ✓ La altura de inserción de mazorca es a los 150 cm desde el suelo.
- ✓ En la mazorca este híbrido ha llegado a tener entre 14 y 16 hileras
- ✓ Tiene una tolerancia moderadamente resistente a enfermedades foliares y moderadamente resistente a enfermedades de la mazorca (21).

2.11.4. Híbrido ESPLENDOR.

El híbrido Esplendor, es un material genético de alto rendimiento, comercializado oficialmente por la empresa Agripac. Posee las siguientes características (22):

- ✓ Tipo de Híbrido: Simple
- ✓ Altura de Planta (m): 220-230
- ✓ Altura de Mazorca (m): 120-130
- ✓ Posición de Hojas: Semi Erectas
- ✓ Días a Floración (DDE): 47-50
- ✓ Días a Cosecha: 120-125

2.12. Paclobutrazol (PBZ).

PBZ es un inhibidor de la elongación celular y la expansión inter-nodal que retarda el incremento de plantas por la inhibición de la biosíntesis de giberelinas. Las giberelinas estimulan la elongación celular. Una vez que se inhibe producción de giberelina, la separación celular se sigue produciendo, sin embargo, con novedosas células no oblongo. El resultado es brotes con el mismo número de hojas, entrenudos de longitud más corta e induciendo a la floración (23).

Además, influye en el crecimiento en el diámetro de tallos. Otra contestación de los árboles que son tratados con PBZ aumenta la producción de la hormona de ácido abscísico y la clorofila. PBZ además puede inducir modificaciones morfológicas de las hojas, como por ejemplo poros más pequeños estomas, hojas más gruesas, e incremento del número y tamaño de los apéndices del área, y una más grande densidad de raíces que puede dar tolerancia mejorada al estrés ambiental y resistencia a las patologías. PBZ además tiene alguna actividad fungicida gracias a su calidad de triazol para inhibir la biosíntesis de esteroides (23).

2.12.1. Propiedades químicas de Paclobutrazol.

- ✓ Normal Nombre químico: Paclobutrazol (se utilizó el acrónimo PBZ)
- ✓ Nombre IUPAC: 2RS, 3RS - 1- (4 - clorofenil) -4,4 - dimetil - 2- (1H - 1,2,4-triazol-1 - il) pentan - 3 - ol
- ✓ El Paclobutrazol (PBZ) es un modificador de crecimiento de la planta que corresponde a la clase química triazol (24).

2.12.2. Uso del Paclobutrazol (PBZ).

El PBZ es un retardante utilizado a menudo en plantas ornamentales para el control de su incremento y compactarlas, de tal forma que en plántulas de la especie *Nerium oleander* disminuye de manera significativa todos los límites de incremento, lo cual da sitio a plantas más compactas y de buen costo comercial una vez que se aplica al suelo. No obstante, con este método suele ser persistente en el suelo. Por medio de dosis de 12 y 24 mL L⁻¹ de PBZ, combinado con 75 y 150 kilogramo de N ha⁻¹, respectivamente, esta sustancia reduce la elevación y madurez de las plantas de maíz, empero además aumenta el grosor del tallo y el rendimiento de materia seca (25).

2.1. Síntesis del ácido giberélico.

Las giberelinas son una clase de hormona vegetal con efectos de diversa índole, uno de ellos es la represión sobre los genes del enanismo, al generar un aumento común de plantas genéticamente enanas e inclusive de especies cuyo desarrollo natural del tallo provoca que no pasen del estadio de roseta, como la col (26).

2.2. Investigaciones previas relacionadas con el tema de investigación.

Velázquez et al (25). concluyó el impacto que crea el Paclobutrazol (PBZ) en la actividad genética de los cultivares de maíz Puma 1076, 30P49 y DK2020 por medio de la evaluación de las cambiantes de contestación verdor, elevación de planta, diámetro del tallo, longitud y ancho de hoja, peso y volumen de 1000 granos, contenido de proteína y rendimiento de grano por hectárea. El diseño empírico ha sido bloques enteros al azar con 5 repeticiones en 2 experimentos hechos a lo extenso de los ciclos agrícolas 2008-2009 y 2009-2010; en el primer periodo se usaron parcelas de 4 surcos de 40 m de largo, donde se aplicaron 200 kilogramo de N ha-1; en lo que en el segundo experimento la longitud de las parcelas ha sido de 5,0 m y se fertilizó con 250 kilogramo de N ha-1. Las dosis de PBZ fueron 150, 300 y 450 miligramo L-1 de agua al exponerse la cuarta, sexta y octava hoja verdadera, respectivamente. Los resultados indicaron que el PBZ indujo más grande actividad genética, debido a que la síntesis de proteínas y de otros elementos de células, tejidos y órganos es un proceso que es dependiente de la transcripción de mensajes del ADN en el ARNm, de la síntesis de aminoácidos, del transporte de aminoácidos por el ARNt y de la alianza de aminoácidos por la enzima Peptidil Transferasa, lo cual conlleva a la traducción de mensajes en proteínas estructurales y activas (enzimas), para conformar más células y sustancias que conforman a éstas y, por lo cual, provocar más rendimiento de grano por hectárea.

Ramírez (24) evaluó el impacto del Paclobutrazol sobre el rendimiento, desarrollo vegetativo y productividad en el cultivo de sandías triploides del híbrido Extazy. El experimento se desarrolló en el interior de experimentos agrícolas del Campus Regional de la Universidad Rafael Landívar San Luis Gonzaga, S. J., Zacapa. Las dosis aplicadas de PBZ fueron 24, 32, 40, 48, 56 y 0 mg por litro. Las cambiantes contestación que se consideraron fueron rendimiento, distancia entre nudos, diámetro de los tallos y la zona foliar. Se usó un diseño de bloques enteros al azar 6 tratamientos y 4 repeticiones. Con base al estudio estadístico se concluyó que la dosis de 56 mg por litro de Paclobutrazol, favoreció al crecimiento del rendimiento, además mostro diferencias significativas en lo demás de cambiantes evaluadas (distancia entre nudos, diámetro de los tallos y área foliar).

Iremiren et al (27). en dos experimentos de campo realizados en 1991 y 1992 en Akure, Nigeria, se aplicaron al maíz 0-12 y 0-24 ml/l del regulador del crecimiento vegetal,

Paclobutrazol, y 0, 75 y 150 kg N/ha en combinaciones factoriales. Se produjo un crecimiento vegetativo sustancial con tasas crecientes de N en 1991 y esto aceleró un 50% la fecha de formación de estigmas. El Paclobutrazol influyó en el crecimiento del maíz en esta etapa solo en 1992, cuando 12 y 24 ml/l redujeron la altura de la planta y aumentaron tanto la circunferencia del tallo como el número de hojas por planta.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y duración de la presente investigación.

La investigación se realizó en los terrenos del Campus Universitario “La María” predios 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, esta investigación se efectuó en la época lluviosa a finales de diciembre con una duración de 120 días.

3.1.1. Condiciones agroclimáticas.

En la presente tabla se observan las condiciones agro climatológicas del área estimada.

Tabla 1

Características agro meteorológicas.

Datos meteorológicos	Valores promedios
Temperatura (°C)	24.70
Humedad relativa (%)	84
Precipitación (mm/anual)	2223.85
Heliofanía (horas luz/año)	894
Zona ecológica	Bh- T
Topografía	Ondulado

Fuente: Instituto meteorológico, (28)

3.2. Método de investigación.

3.2.1. Método comparativo.

Este método será muy relevante durante la investigación, siendo el método comparativo que nos permita determinar las diferencias entre los factores y variables a estudiar y así poder determinar que tratamiento adquiere los mejores resultados en el manejo del Paclobutrazol durante la fase vegetativa del cultivo de maíz.

3.2.2. Método de observación.

El método de observación ayudo a conocer las características morfológicas y agronómicas que se mostraron durante la fase vegetativa con los distintos tratamientos,

con las condiciones agroclimáticas del Campus Universitario “La María”, cantón Mocache.

3.2.3. Método analítico.

Este método ayudo a establecer los resultados de los híbridos (EMBLEMA, SPLENDOR) y una variedad criolla aplicando Paclobutrazol, en las condiciones agroclimáticas del Campus Universitario “La María”, cantón Mocache.

3.3. Fuentes de recopilación de información.

La primordial información buscada para indagación va a ser mirar de manera directa en el campo y por la apariencia secundario la investigación común de libros, artículos, revistas, documentales, entre otros de índole científica.

3.4. Diseño de experimento.

3.4.1. Tratamientos.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A*B, conformado por el Material vegetal (formal A), donde se evaluaron 2 híbridos (Esplendor, Emblema y una variedad criolla) y la aplicación de Paclobutrazol (factor B), que incluye dos niveles (con aplicación) y (sin aplicación).

Factor A (Material vegetal).

Criolla (MV 1).

Esplendor (MV 2).

Emblema (MV 3).

Factor B (Aplicación de Paclobutrazol).

Con aplicación de 40cc /ha (A1)

Sin aplicación de (A0)

Tabla 2*Descripción de tratamientos que se analizaron.*

Nº tratamientos	Descripción
T₁ (MV1+A0) =	Maíz Criollo sin aplicación de Paclobutrazol (testigo)
T₂ (MV1+A1) =	Maíz Criollo con aplicación de Paclobutrazol
T₃ (MV2+A0) =	Maíz híbrido (Esplendor) sin aplicación de Paclobutrazol (testigo)
t₄ (MV2+A1) =	Maíz híbrido (Esplendor) con aplicación de Paclobutrazol
t₅ (MV3+A0) =	Maíz híbrido (Emblema) sin aplicación de Paclobutrazol
t₆ (MV3+A1) =	(testigo) Maíz híbrido (Emblema) con aplicación de Paclobutrazol

3.4.2. Esquema del ANDEVA

A continuación, se presenta el esquema del análisis de varianza para Diseño complementario al Azar (DCA) con arreglo factorial A*B con cuatro repeticiones.

Tabla 3*Esquema del Análisis de varianza.*

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Tratamientos.	t-1	5
Factor A	a-1	1
Factor B	b-1	1
A*B	(a-1) (b-1)	1
Error experimental.	(a*b) (r-1)	18
Total	a*b*n - 1	23

3.4.3. Modelo matemático

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

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

Donde:

μ = es efecto de la media.

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

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

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

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

3.5. Características de las parcelas

El terreno donde se realizó la investigación consta de las siguientes medidas 44 m de largo por 30 m de ancho, donde se dividen en 24 parcelas con medidas de 25 m² y 2 m de distancia que separan a cada una de las parcelas, las distancias de siembra son las siguientes: 20 cm entre planta por 50 cm entre hileras.

3.6. Instrumento de investigación

La investigación se realizó en los terrenos ubicados en el Campus “La María”, de la UTEQ. Se evaluó el impacto Paclobutrazol en la etapa vegetativa del maíz, empezando con la preparación del área, con el apoyo del personal de maquinarias de la Facultad, mismo que ejecutaron un arado de lote.

Preparada la zona de análisis, se midió el espacio entre parcelas para cada tratamiento y repetición individualmente, limitándola con señalizaciones a un margen de 25 m², con una división de 2 metros entre parcelas y linderos, el análisis está conformado por los 6 tratamientos y 4 repeticiones. El trabajo en campo tuvo una duración de 120 días en etapa vegetativa hasta la cosecha del cultivo.

3.6.1. Variables a evaluar.

3.6.2. Altura de la planta (cm).

Se tomaron datos de mediciones con una cinta métrica, desde el suelo hasta el punto de inserción de la última hoja, cada 15 días hasta el florecimiento, esperando obtener diversos datos que favorezcan la evaluación.

3.6.3. Diámetro del tallo (cm).

Se utilizó un calibrador para medir el diámetro del tallo a las plantas que tenga de 20 a 30 cm cada 15 días, luego de la siembra hasta la etapa vegetativa del cultivo.

3.6.4. Rendimiento por parcela.

En esta variable se tomaron 10 mazorcas por cada parcela, a partir de los 120 días para calcular el rendimiento.

3.6.5. Análisis económico.

Se realizó un análisis económico para determinar si el cultivo de maíz es rentable.

3.7. Tratamientos de los datos

Se utilizó el programa de Microsoft Excel para ingresar los datos recopilados en campo para poder sacar las medias de los distintos tratamientos. En la comparación de medias se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando para el efecto un programa estadístico de versión libre (INFOSTAT), determinando de esta forma variables cualitativas y cuantitativas.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Las personas que ayudarán dentro de la realización del proyecto de investigación en las diferentes actividades del estudio y del campo son:

- Tutor de titulación Dr. Camilo Mestanza Uquillas.
- Estudiante y autor del presente proyecto de investigación Darwin Roberto Sánchez Álvarez.

Tabla 4

Materiales y equipos utilizados en la investigación.

Material, Equipo/Concepto	Unidad	Cantidad
Materiales		
Semilla Emblema	kg	70
Semilla Esplendor	kg	70
Semilla criolla (Mocacheña)	kg	70
Materiales de campo		
Zuncho	Rollo	1
Guantes	Par	2
Bomba de fumigar	20 litros	2
Estaquillas	50 cm	96
Tijeras	U	2
Piola	Rollo	1
Balde	20 Litros	1
Espeque	U	3
Botas	Par	2
Letreros	U	24
Cinta métrica	3.5 metros	1
Cuaderno de campo	U	1
Machete	U	2

Marcadores	U	2
Sustancias químicas		
Paclobutrazol	U	1
Pesticidas (fungicidas insecticidas, herbicidas)	U	3
Materiales de oficinas		
Computadora	U	1
Impresora	U	1
Calculadora	U	1
Carpetas	U	2
Resma de hojas	U	1
Cámara	U	1
Cuaderno	U	1
Esferos	U	2
Flash Memory	U	1

3.9. Manejo del experimento.

La localidad seleccionada fue el Campus Universitario “La María” por las condiciones agroecológicas aptos para manejar ensayos de cultivos de maíz, el terreno es fértil con una topografía ondulada.

El lote asignado anteriormente tuvo sembríos de maíz, se preparó el terreno con labores de limpieza. posteriormente se realizaron las delimitaciones de las parcelas de 25m² con divisiones de cada parcela de 2m, estas labores se realizó una semana antes de iniciar la investigación .

La siembra se la realizo de forma directa, a una distancia de 0.20 m entre planta y entre hileras 0.50 m a una densidad de 100000 plantas por ha.

Las labores culturales que se realizaron después de la siembra, control de maleza la cual se realizó de dos formas, manual y química llevándose a cabo en los 30, 60 y 90 días, se realizó una aplicación del ácido giberélico, a medida que avanzó el desarrollo del cultivo se registraban datos de altura y diámetro de la planta cada 15 días después de la siembra durante 60 días.

La cosecha se realizó entro los 120 días donde ya el cultivo de maíz alcanzo su madurez fisiológica. Posteriormente la cosecha se recolectaron diez plantas de maíz por cada parcela para realizar el cálculo de rendimiento por ha, luego se recolectaron todas las mazorcas que quedaron en las parcelas y posterior a eso se realizó el desgrane con una desgranadora, para finalizar se redujo la humedad de los granos para ser comercializados.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de la planta (cm).

La presente tabla detalla los resultados obtenidos en el estudio de la variable altura de planta en el cultivo de maíz. En el análisis de varianza se encontró que no son significativamente estadísticos a los 15 y 30 días, posteriormente a los 45 días se encontró alta significancia estadística, mientras que a los 60 días se encontró significancia estadística. los coeficientes de variación que presentaron fueron 8,14%, 8,76%, 6,19% y 4,32% respectivamente.

La prueba de tukey ($p \leq 0.05$). mostro diferencias significativas entre los promedios de la variable altura. En el estudio de las diferentes variables encontramos que la variedad que disminuyo la mayor altura fue de 265.80 cm correspondiente a la variedad Emblema a los 60 días. Resultados presentados por Iremiren *et al* (27). quien dice que la aplicación del Paclobutrazol no tiene ninguna incidencia en cuanto a la disminución de la altura de planta de maíz. por lo tanto, la investigación realizada nos indica que el Paclobutrazol tiene poca incidencia en la disminución de altura de la planta de maíz.

Tabla 5

Análisis estadístico altura de planta a los 15, 30, 45 y 60 días en maíz sometido a alta densidad de siembra.

Tratamientos	Variedades	AP (15 Días)	AP (30 Días)	AP (45 Días)	AP (60 Días)
1	Maíz Criollo sin PBZ	26,05 a	72,33 a	195,25 a b	312,65 a b
2	Maíz Criollo con PBZ	24,65 a	73,40 a	185,33 a	292,75 a b
3	Maíz Esplendor sin PBZ	26,65 a	67,98 a	174,58 a b c	281,85 b
4	Maíz Esplendor con PBZ	26,08 a	74,35 a	172,73 a b c	283,58 b
5	Maíz Emblema sin PBZ	25,13 a	69,53 a	161,08 b c	269,40 b
6	Maíz Emblema con PBZ	25,25 a	70,60 a	162,80 b c	265,80 b
\bar{X}		25,64	71,37	175,38	284,34
CV (%)		8,14	8,76	6,19	4,32
P valor		0,7653	0,6991	0,0021	0,0005

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2. Diámetro del tallo.

De acuerdo al análisis de varianza los diámetros del tallo en las plantas de maíz no presentaron significancia estadística en los 15, 30, 45 y 60 días. Con un coeficiente de variación a los 15 días de 9.53% a los 30 días fue de 14.28% a los 45 días fue de 9.34% y a los 60 días de 8.53%.

La prueba de tukey ($p \leq 0.05$), en cuanto la variable diámetro de tallo a los 15, 30, 45 y 60 días no se encontraron diferencia estadística, mientras que la variedad Emblema fue la que alcanzo el mayor diámetro de tallo con 2.58 cm correspondiente a los 45 días, de acuerdo Velázquez et al (25) el análisis de varianza muestra diferencias estadísticas, la media entre los tratamientos es de 2,7 cm. Por lo cual la investigación realizada por Velázquez et al (25) obtuvo mejores resultados en cuanto al diámetro del tallo de la planta de maíz.

Tabla 6

Análisis de varianza para el diámetro de planta a los 15, 30, 45 y 60 días en maíz sometido a alta densidad de siembra.

Tratamientos	Variedades	DP (15 Días)	DP (30 Días)	DP (45 Días)	DP (60 Días)
1	Maíz Criollo sin PBZ	0,53 a	1,65 a	2,18 a	2,00 a
2	Maíz Criollo con PBZ	0,54 a	1,60 a	2,20 a	2,00 a
3	Maíz Esplendor sin PBZ	0,53 a	1,48 a	2,38 a	1,98 a
4	Maíz Esplendor con PBZ	0,57 a	1,68 a	2,49 a	2,04 a
5	Maíz Emblema sin PBZ	0,50 a	1,50 a	2,23 a	2,12 a
6	Maíz Emblema con PBZ	0,58 a	1,63 a	2,58 a	2,95 a
\bar{X}		0,54	1,59	2,34	2,02
CV (%)		9,33	14,28	9,34	8,53
P valor		0,3265	0,7524	0,0895	0,7917

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.3. Rendimiento.

La tabla 7 De acuerdo a la presente investigación la producción de maíz en la zona de Mocache, provincia de los Ríos ubicada al litoral ecuatoriano se obtuvo el mayor rendimiento en la variedad Emblema con aplicación con 19,50 t./ha, y el menor rendimiento se obtuvo en la variedad criolla sin aplicación con 10,91 t./ha.

De acuerdo con la prueba de tukey ($p \leq 0.05$). se encontraron que el rendimiento es altamente significativo en las medias de los tratamientos. Se obtuvo un coeficiente de variación de 11,63, Según Montenegro (29) en su análisis estadístico menciona que no presento significancia en su investigación obteniendo un rendimiento de 8,24 t./ha en los estudios realizados. Por lo consiguiente la investigación realizada obtuvo un mayor rendimiento mostrando superioridad en los presentados por Montenegro (29).

Tabla 7

Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea en maíz sometido a alta densidad de siembra.

Tratamientos	Variedades	Rend (T./Ha)
1	Maíz Criollo sin PBZ	10,90 b c
2	Maíz Criollo con PBZ	13,69 b c
3	Maíz Esplendor sin PBZ	17,17 b
4	Maíz Esplendor con PBZ	17,79 b
5	Maíz Emblema sin PBZ	18,63 a
6	Maíz Emblema con PBZ	19,50 a
\bar{X}		16,28
CV (%)		11,63
P valor		<0,0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.4. Análisis económico.

La tabla 8 nos muestra el análisis económico del estudio de los tratamientos ordenados horizontalmente; Siendo el costo total de (T1) \$1355.55 (T2) \$1466.78 (T3) \$1882.43 (T4) \$1912.08 (T5) \$1963.97 (T6) \$1998.97.

Tabla 8

Análisis económico de los tratamientos evaluados en maíz sometido a alta densidad de siembra.

	T1 Semilla Criolla (Testigo)	T2 Semilla Criolla (con aplicación)	T3 Semilla Esplendor (Testigo)	T4 Semilla Esplendor (con aplicación)	T5 Semilla Emblema (Testigo)	T6 Semilla Emblema (con aplicación)
Costos variables						
Sacos 60.000 Semillas	100.00	100.00	420.00	420.00	450.00	450.00
Paclobutrazol	00.00	9.19	00.00	9.19	00.00	9.19
Total costos variables	100.00	119.19	420.00	429.19	450.00	459.19
Costos fijos						
Agua	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Fungicida	19.53	19.53	19.53	19.53	19.53	19.53
Herbicidas	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Insecticidas	26.19	26.19	26.19	26.19	26.19	26.19
Fertilizantes	669.16	669.16	669.16	669.16	669.16	669.16
Regulador pH y Fijador	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94
Mano de obra (Jornales)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
Transporte y cosecha	359.73	451.77	566.61	587.07	618.15	643.56
Total costos fijos	1255.55	1347.59	1462.43	1482.89	1513.97	1539.38
Costos totales	1355.55	1466.78	1882.43	1912.08	1963.97	1998.97

En la tabla 8 nos muestra los costos de inversión que se necesitan en una hectárea de maíz, donde los costos totales que más requieren de inversión se refleja en la variedad emblema con aplicación de Paclobutrazol debido a su gran valor que presenta en las semillas, mientras que la variedad que requiere de menos costos totales es la criolla sin aplicación de Paclobutrazol.

4.4.1. Relación beneficio/ costo.

Tabla 9

Análisis de beneficio/costo de los tratamiento evaluados en maíz sometido a alta densidad de siembra.

	T1 Semilla Criolla (Testigo)	T2 Semilla Criolla (con aplicación)	T3 Semilla Esplendor (Testigo)	T4 Semilla Esplendor (con aplicación)	T5 Semilla Emblema (Testigo)	T6 Semilla Emblema (con aplicación)
cosecha	10.90 at/ha	13.69 at/ha	17.17 at/ha	17.79 at/ha	18.73 at/ha	19.50 at/ha
precio						
Maíz	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
Humedad	13%	13%	13%	13%	13%	13%
Ingresos	4050.63	5087.44	6380.66	6611.06	6960.39	7246.53
Costos						
totales	1355.55	1466.78	1882.43	1912.08	1963.97	1998.57
Utilidades	2695.08	3620.66	4498.23	4598.98	4996.42	5247.96
Relación						
B/C	2,99	3,47	3,39	3,46	3,54	3,63

En la tabla 9 nos muestra la relación Costo/Beneficio donde se logra observar que al realizar un proyecto de una producción de maíz en un ha es rentable, debido a que los ingresos son mayores que los egresos por lo tanto al realizar este proyecto se determinó que la relación costo/beneficio es viable obteniendo un mayor beneficio en la variedad emblema con aplicación de Paclobutrazol con 3,63.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La variable altura de planta, presento resultados pocos favorables en los tratamientos aplicados con Paclobutrazol tanto para la variedad Emblema y Esplendor a los 60 días, mientras que en la variedad criolla presento resultados favorables en la disminución de altura de planta.

- En la variable de diámetro de planta, la aplicación de Paclobutrazol en las variedades Emblema, Esplendor y variedad Criolla no tiene ningún efecto positivo en cuanto al aumento del diámetro del tallo de la planta de maíz a los 60 días.

- En la variable rendimiento se obtuvo el mayor resultado en la variedad Emblema con aplicación de Paclobutrazol obteniendo 19.50 t./ha, y en la variedad criolla sin aplicación de Paclobutrazol se obtuvo el menor rendimiento con 10.91 t./ha.

- Respecto a la variable análisis económico indica que cultivar una hectárea de maíz con altas densidades de siembras es más rentable que utilizar bajas densidades de siembras, ya que la relación costo y beneficio nos indica que al cultivar una hectárea de maíz es viable.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda aplicar de 2 a 3 dosis para comprobar resultados de esas aplicaciones en cuanto a la efectividad de Paclobutrazol en la disminución de la altura de la planta de maíz en la época seca.
- Considerar que, al utilizar altas densidades de siembra tiene como beneficio un mejor manejo, por lo cual es recomendable cultivar maíz con altas densidades de siembra para mejorar el rendimiento por hectárea y a su vez obtener mayores ingresos económicos.
- En base a los resultados obtenidos en las diferentes variables analizadas se demuestra que al usar el inhibidor de ácido giberélico Paclobutrazol se logró disminuir la mayor altura en especies silvestres y que el Paclobutrazol no tiene efecto positivo en las variedades híbridas de maíz.
- Se recomienda llevar a cabo un proyecto de investigación que considere distintas densidades de siembra para la producción de maíz incorporando el regulador de crecimiento, de esta manera conocer si es más rentable la producción de maíz con la aplicación de Paclobutrazol.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade F. Sendero Agrícola. Intagri. 2002.
2. Bravo AL. El Maíz En El Ecuador - Semillas. Revista Semillas. 2005.
3. Muñoz J. “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN ESTADO DE CHOCLO CULTIVADOS A DOS DISTANCIAS DE SIEMBRA”. 2013; Vol. 66: p. 37–39 p.
4. Villaseca Orostica MI. Efecto de las variaciones en poblaciones y niveles de nitrógeno en dos cultivares. 2001;; p. 33 p..
5. Josse J. Expectativas de la cosecha de maíz 2019. Rev El Prod [Internet]. 2019;; p. 6–28.
6. Rica UDC ÁMUCCMMARUea. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43722407005>. Redalyc [Internet]. 2011;; p. 3.
7. Quevedo Amaya Y. EFECTO DE ALTAS DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL HÍBRIDO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) IMPACTO. Rev Sci Agroaliment [Internet]. 2015;; p. 18–24.
8. Agripac SA. El cultivo de maíz en el Ecuador. 2007;; p. Pp 11-13. 24. 68-72.
9. Uriarte JM. Características de maíz. 2020.
10. Terralia. PACLOBUTRAZOL_ Agroquímicos de México. 2020.
11. Ambiente REE y MAA. Biomasa_ Aspectos generales _ Rincón Educativo. 2019.
12. Cirilo GA. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz: Rendimiento del Cultivo de Maíz. IDIA XXI 4. Intagri. 2004;; p. 128-133.
13. Acosta R. El Cultivo Del Maíz, Su Origen Y Clasificación. Scielo. 2009; Vol. 30, Cultivos Tropicales: p. p. 113–20.
14. INTAGRI. La Fenología del Maíz y su Relación con la Incidencia de Plagas. INTAGRI. 2016;; p. 3.
15. Violic. AD. Manejo Integrado de Cultivos. El maíz en los Trópicos.FAO. Unisem. 2011.
16. Wolfe DT HDIBDADPCCea. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA MEJORAR LOS INGRESOS DE LOS PEQUEÑOS

PRODUCTORES DEL RECINTO AGUAS FRÍAS DE MEDELLÍN, CANTÓN VENTANAS, PROVINCIA DE LOS RÍOS. *Educ Psychol J.* 2017; 2: p. 65–72.

17. Aversa VLM. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA BÁSICA DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE MAÍZ CRIOLLO QUE SE CULTIVAN EN CINCO MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE CUSCATLÁN. 2013;(53): p. 1689–99..
18. S Q. Evaluacion de veinte hibridos de maiz en cinco localidades de Nicaragua. 2006;(43).
19. HR L. El cultivo del maíz : Guía para uso de empresas privadas , consultores individuales y productores. 2013;(21).
20. Lamilla Moreno R. Universidad técnica de babahoyo. Repos Univ Técnica Babahoyo. 2012.
21. ADVANTA. SEMILLA DE MAIZ DURO EMBLEMA. ECUADOR. 2018.
22. Agripac. .
23. Agricultural Do. Department of Agricultural Resources. 2012;(14): p. 1–6.
24. RAMIREZ J. EVALUACIÓN DE PACLOBUTRAZOL SOBRE EL DESARROLLO Y EL RENDIMIENTO DE SANDÍA; VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA. 2017;(53(9)): p. 1689–99.
25. Velázquez- Alcaraz TDJ DVTATFYJMPRLMLRea. Respuestas del maíz que indican que el paclobutrazol es una sustancia que induce mayor actividad genética. *Intropica.* 2018;(14(1)): p. 51–9.
26. Luckwill L. Reguladores de crecimiento en la producción vegetal. 1994;: p. 408 p.
27. IREMIREN GO APASIA. Efectos del paclobutrazol y fertilizante nitrogenado en el crecimiento y rendimiento del maíz. *La Revista de Ciencias Agrícolas.* Prensa de la Universidad de Cambridge. 1997; 4(128): p. 425–30.
28. INHAMI. Anuario meteorológico № 63. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. INAHMI: Instituto Meteorológico. Estación Experimental Pichilingue. 2020.
29. Jose Montenegro B, inventor; Uso de reguladores de crecimiento en la floracion de maiz dulce (*Zea mays* L.). EL Zanorano, Honduras. 1994 Abril.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Tablas de análisis de varianza.

Anexo 1.

Altura de planta a los 15 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,10	5	2,22	0,51	0,7653
Tratamientos	11,10	5	2,22	0,51	0,7653
Error	78,38	18	4,35		
Total	89,47	23			

Anexo 2.

Altura de planta a los 30 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	117,74	5	23,55	0,60	0,6991
Tratamientos	117,74	5	23,55	0,60	0,6991
Error	703,95	18	39,11		
Total	821,70	23			

Anexo 3.

Altura de planta a los 45 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3498,01	5	699,60	5,93	0,0021
Tratamientos	3498,01	5	699,60	5,93	0,0021
Error	2122,44	18	117,91		
Total	5620,45	23			

Anexo 4.

Altura de planta a los 60 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5783,62	5	1156,72	7,68	0,0005
Tratamientos	5783,62	5	1156,72	7,68	0,0005
Error	2712,60	18	150,70		
Total	8496,22	23			

Anexo 5.

Diámetro de planta a los 15 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	5	3,2E-03	1,25	0,3265
Tratamientos	0,02	5	3,2E-03	1,25	0,3265
Error	0,05	18	2,5E-03		
Total	0,06	23			

Anexo 6.

Diámetro de planta a los 30 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,55	5	0,11	2,29	0,0895
Tratamientos	0,55	5	0,11	2,29	0,0895
Error	0,86	18	0,05		
Total	1,41	23			

Anexo 7.

Diámetro de planta a los 45 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	5	0,03	0,53	0,7524
Tratamientos	0,13	5	0,03	0,53	0,7524
Error	0,91	18	0,05		
Total	1,05	23			

Anexo 8.

Diámetro de planta a los 60 días (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	218,11	5	43,62	12,16	<0,0001
TRATAMIENTOS	218,11	5	43,62	12,16	<0,0001
Error	64,55	18	3,59		
Total	282,66	23			

Anexo 9.

Rendimiento (t./ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	5	0,01	0,47	0,7917
Tratamientos	0,07	5	0,01	0,47	0,7917
Error	0,53	18	0,03		
Total	0,60	23			

7.2. Fotografías

Figura 1.

Semillas que se utilizaron para la investigación.



Figura 2.

Preparación del terreno.



Figura 3.

Siembra del maíz.



Figura 4.

Control de malezas.



Figura 5.

cultivo de maíz a sus 15 días después de la siembra.



Figura 6.

Toma de datos de altura de planta.

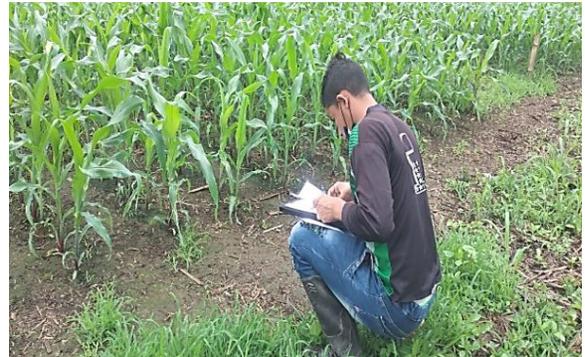


Figura 7.

Cultivo de maíz a los 60 días después de la siembra.



Figura 8.

Problema de acame presente en la investigación.



Figura 9.

Cosecha del maíz realizada a los 120 días.



Figura 10.

Humedad con la que se recolectó los granos de maíz.

