

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE AGRONOMIA

"EVALUACIÓN DE ETHYL – TRINEXAPAC COMO FITORREGULADOR Y EL EFECTO EN EL CRECIMIENTO, RESISTENCIA AL ACAME Y PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (Oriza sativa), COMBINANDOLO CON DOS DOSIS DE NITRÓGENO, EN FINCA SANTA RITA, DEL MUNICIPIO DE MALACATÁN DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”, AÑO 2012.

TRABAJO DE GRADUACION

Presentado a las autoridades del la División de ciencia y Tecnología del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por

Byron Alejandro Barrios Mérida.

Previo a conferírsele el Título de

INGENIERO AGRONOMO  
EN SISITEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
En el Grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

QUEZTALTENANGO, JULIO DE 2012.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE AGRONOMIA

AUTORIDADES

Rector Magnífico  
Secretario General

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios  
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo.

CONSEJO DIRECTIVO

Director General CUNOC  
Secretario Administrativo

Licda. MSc. María del Rosario Paz C.  
Lic. César Aroldo Millian R.

REPRESENTANTE DE DOCENTES

Dr. Oscar Arango B.  
Lic. Teódulo Cifuentes

REPRESENTANTES DE ESTUDIANTES

Br. Luis E. Rojas Menchú  
Br. Víctor Lawrence Díaz Herrera.

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMIA

Ing. Agr. MSc. Imer Vásquez Velásquez.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE AGRONOMIA

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN PRIVADO

PRESIDENTE

Ing. Agr. Nery Velazco Chang

EXAMINADORES

Ing. Agr. MSc. Carlos Gutiérrez

Ing. Agr. Henry López G.

SECRETARIO

Ing. Agr. Henry López G.

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de graduación” (Artículo 31 del reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente y Artículo 19 de la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango Julio del 2012.

**HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO  
HONORABLE MESA DE PROTOCOLO Y ACTO DE JURAMENTACION**

De conformidad con las normas que establece la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo titulado:

"EVALUACIÓN DE ETHYL – TRINEXAPAC COMO FITORREGULADOR Y EL EFECTO EN EL CRECIMIENTO, RESISTENCIA AL ACAME Y PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (Oriza sativa), COMBINANDOLO CON DOS DOSIS DE NITRÓGENO, EN FINCA SANTA RITA, DEL MUNICIPIO DE MALACATÁN DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS", AÑO 2012.

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

**Byron Alejandro Barrios Mérida.**

## ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Inmensas gracias por tantas bendiciones y permitirme alcanzar este triunfo.
- A MIS ABUELOS: Herman Barrios y Cándida Rosa Maldonado de Barrios.  
Manuel Mérida Argueta y Romelia Muñoz de Mérida.  
Que Dios los tenga en su santa gloria.
- A MIS PADRES: Herman Alejandro Barrios Maldonado  
Cristina Verónica Mérida Muñoz de Barrios.  
Sin su esfuerzo y apoyo incondicional no hubiera logrado ardua tarea. Ustedes han sido ejemplo de entrega, humildad, dedicación y superación.
- A MI MUJER: María Teresa Calderón.  
Gracias por su apoyo, cariño y paciencia.
- A MIS HIJOS: Alejandra Guadalupe, María José, Ana Verónica y  
Carlos Manuel Barrios Calderón.  
Por ser mi fuente de inspiración para seguir adelante y que este logro sea un ejemplo de superación para ellos.
- A MIS HERMANAS: Brenda, Charito e Ingrid.  
Por sus ejemplos de superación y en especial por su cariño.
- A MI FAMILIA: En especial a mis tíos Corina y José Manuel Mérida Muñoz.
- MIS CATEDRATICOS: Por sus sabias enseñanzas y muestras de amistad a lo largo de mi carrera.
- A MIS AMIGOS: Por su amistad y apoyo incondicional, con quienes hemos pasado momentos alegres, especiales y difíciles. Y aquellos que han formado parte de mi vida con su amistad y que han dejado una huella en mi memoria.

## AGRADECIMIENTOS

- A: El Lic. Eduardo Vital Peralta.  
Sin su apoyo incondicional no hubiera sido posible este acto.
- A: Mi Asesor. Ing. Agr. Nery Velazco Chang.  
Por la orientación y apoyo brindado en el proceso de ejecución y redacción de este trabajo de investigación, gracias.
- A: Mi revisor Ing. Agr. MSc. Carlos Gutiérrez.  
Por su apoyo en la revisión de este trabajo.
- A: Mis amigos Ing. Rony de León Caceres y al Ing. Agr. MSc. José Chang.  
Por brindarme ánimos en la realización de este trabajo.
- A: La memoria de mis amigos Erwin Leonel Jerez, Juan Luis Barillas Lemus, Josué Hernández Juárez y Guido Jacobo Estuardo Del Cid de León.  
Porque fuimos compañeros de estudio y compartimos siempre el sueño de graduarnos. Que en paz descansen queridos y recordados amigos.

"EVALUACIÓN DE ETHYL – TRINEXAPAC COMO FITORREGULADOR Y EL EFECTO EN EL CRECIMIENTO, RESISTENCIA AL ACAME Y PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (Oriza sativa), COMBINÁNDOLO CON DOS DOSIS DE NITRÓGENO, EN FINCA SANTA RITA, DEL MUNICIPIO DE MALACATÁN DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS", AÑO 2012.

## INDICE GENERAL

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. OBJETIVOS	
3.1. OBJETIVO GENERAL	4
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
4. HIPOTESIS	
3.1 HIPOTESIS NULA	5
3.2 HIPOTESIS ALTERNATIVA	5
5. MARCO TEORICO	6
5.1. EL CULTIVO DE ARROZ EN GUATEMALA	6
5.2. CULTIVO DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> )	6
5.2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO	6
5.2.2. VALOR NUTRICIONAL	6
5.3. CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD CYPRESS	8
5.4. IMPORTANCIA DEL NITROGENO	8
5.4.1. Efectividad de los fertilizantes nitrogenados	8
5.4.2. Tiempo de aplicación del nitrógeno	9
5.5. HORMONAS O FITORREGULADORES DEL CRECIMIENTO	9
5.5.1. LAS GIBERELINAS	10
5.5.2. EL ETILENO	10
5.6. MODDUS 250 EC	10
6. MARCO REFERENCIAL	10
6.1. ASPECTOS DEL AREA DEL ESTUDIO	10
6.1.1. ASPECTOS GEOGRAFICOS	10
6.1.1.1. Localización	10
6.1.1.2. Suelos	11
6.2. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO	11
7. METODOLOGIA	11
7.1. DESCRIPCION DEL TRABAJO	11
7.2. MATERIALES	12
7.3. TIPO DE DISEÑO	12
7.4. PRUEBA DE MEDIAS	13
7.5. UNIDAD EXEPRIMENTAL	13
7.6. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS	14
7.6.1. COMBINACIONES DE LOS TRATAMIENTOS	14
7.7. DESCRIPCION DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA	15
7.7.1. RENDIMIENTO	15

7.7.2. RENDIMIENTO EN GRAMOS POR MT <sup>2</sup>	15
7.7.3. ALTURA DE LA PLANTA	15
7.7.4. RESISTENCIA PREDOMINANTE AL ACAME	15
7.8. ANALISIS ECONOMICO	16
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
8.1. VARIABLES DE RENDIMIENTO	16
8.1.1. Panojas por metro cuadrado	16
8.1.2. Granos por Panoja	18
8.1.3. Peso de 1000 granos	21
8.2. Rendimiento gramos por metro cuadrado	23
8.3. Altura en centímetros	26
8.4. Resistencia predominante al acame	29
8.5. Análisis económico	29
9. CONCLUSIONES	31
10. RECOMENDACIONES	32
11. BIBLIOGRAFIA	33

## INDICE DE TABLAS

Cuadro 1.	Valor nutricional del arroz.	7
Cuadro 2.	Con las aplicaciones comerciales de nitrógeno en el área del experimento.	12
Cuadro 3.	Tabla de Andeva factorial.	13
Cuadro 4.	Croquis del experimento.	15
Cuadro 5.	Con los datos de campo para la variable panojas por metro cuadrado.	16
Cuadro 6.	Datos de campo ordenados para la variable panojas por metro cuadrado.	16
Cuadro 7.	Análisis de varianza panojas por metro cuadrado.	17
Cuadro 8.	Promedio panojas por metro cuadrado.	17
Cuadro 9.	Cuadro de doble entrada para la variable panojas por metro cuadrado.	18
Cuadro 10.	Con los datos de campo para la variable granos por panoja	18
Cuadro 11.	Datos de campo ordenados para la variable granos por panoja	18
Cuadro 12.	Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable granos por panoja.	19
Cuadro 13.	Prueba de Tukey para la variable granos por panoja	19
Cuadro 14.	Cuadro de doble entrada para la variable granos por panoja	20
Cuadro 15.	Con los datos de campo para la variable peso de 1000 granos	21
Cuadro 16.	Datos de campo ordenados para la variable peso de 1000 granos	21
Cuadro 17.	Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable peso de 1000 granos.	21
Cuadro 18.	Peso promedio de 1000 granos de arroz por tratamiento	22
Cuadro 19.	Cuadro de doble entrada para la variable peso de 1000 granos	22
Cuadro 20.	Con los datos de campo para el rendimiento expresado en gramos por metro cuadrado	23
Cuadro 21.	Con los datos ordenados para la variable del rendimiento expresado gramos por metro cuadrado	23
Cuadro 22.	Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable en gramos por metro cuadrado.	23
Cuadro 23.	Prueba de Tukey para la variable gramos por metro cuadrado	24
Cuadro 24.	Rendimiento promedio de cada tratamiento expresado en quintales por manzana.	24

Cuadro 25.	Cuadro de doble entrada para la variable rendimiento expresado en gramos por metro cuadrado	25
Cuadro 26.	Con los datos de campo para la variable altura.	26
Cuadro 27.	Con los datos ordenados para la variable altura.	26
Cuadro 28.	Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable altura.	
Cuadro 29.	Prueba de Tukey para la variable altura.	27
Cuadro 30.	Cuadro de doble entrada para la variable altura.	28
Cuadro 31.	Datos para el análisis económico.	29

#### INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1.	Comportamiento de granos por panoja	20
Gráfica 2.	Comportamiento de la altura	25
Gráfica 3.	Interacciones gramos por metro cuadrado	27
Gráfica 4.	Rentabilidad de los diferentes tratamientos	30

## 1. RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cereal más cultivado en el mundo y su importancia crece cada día debido a la demanda por su industrialización y al aumento de la población mundial. En América Latina la tercera parte de las calorías que consumen sus habitantes provienen de este grano. En Guatemala es uno de los granos básicos más consumidos viéndose en la necesidad de importar este producto para satisfacer la demanda, por lo cual la industria arrocera se ha visto en la necesidad de buscar nuevas técnicas que permitan elevar la producción (según ARROZGUA citado por Ortiz)(7). En la zona arrocera del departamento de San Marcos el acame es un factor limitante en la producción ya que por su clima y las fuertes lluvias cerca de la etapa de cosecha, se presenta mucho este problema y las fertilizaciones con nitrógeno aumentan el tamaño de la planta lo que también aumenta la susceptibilidad del arroz al acame, por lo tanto, estos dos factores son limitantes en la producción, lo cual justifica la realización del siguiente trabajo de investigación. Este trabajo se efectuó con la finalidad de evaluar el efecto de Ethyl – Trinexapac en la planta de arroz y ver sus efectos en la altura como en el rendimiento mezclándolo con dos dosis diferentes de nitrógeno para ver su efecto en la producción. El experimento se efectuó en la finca Santa Rita situada en Malacatán, departamento San Marcos; se ubica en la hoja cartográfica 1760-1 escala 1:50,000 I.G.N. dista de la cabecera municipal a 14 Kilómetros, con una ubicación geográfica W 45'20" Latitud Norte y 92' 00' 46" Longitud Oeste, con una altitud de 378 MSNM. El trabajo fue realizado del mes de Junio al mes de Septiembre del 2011, para lo cual se hizo un experimento bifactorial combinatorio dispuesto en un diseño de bloques al azar, donde los factores fueron dos diferentes estados fenológicos del cultivo utilizando dos diferentes niveles de fertilización. Dicho experimento demostró que si hay un efecto en la altura y también diferencias en la producción, comparando los diferentes tratamientos. La variedad de arroz utilizada fue Cypress. Bajo las condiciones de la zona se pudo observar que la mejor época de aplicación del producto es 55 días después de sembrado, que es la época previa a la aparición de las panículas y es donde se observó una reducción de la altura pero a la vez también se pudo observar una reducción del 10% de la producción comparándolo con el testigo dentro del experimento; aquí se pudo observar también lo bien que trabaja el producto para engrosar los tallos y así minimizar la incidencia al Acame, lo cual indica que el producto es recomendable utilizarlo en zonas que según sus características edafológicas, climáticas y de manejo, sean propensas a sufrir pérdidas por la volcadura de las plantas.

## 2. INTRODUCCION

En Guatemala se producen diversos granos básicos, entre ellos se pueden señalar el maíz, frijol y el arroz principalmente. Este último según ARROZGUA, ocupa un tercer lugar en orden de importancia para la alimentación de la población del país. Se cuenta con registros que presenta un consumo per cápita de 12.5 libras por persona por año. Las variedades más comerciales en nuestro país son: ICTA ARROZGUA, ICTA Masagua, Cypress y la Línea experimental IG 2540 (según ICTA ARROZGUA 2005, citados por Manzo). (6)

Por ser uno de los granos básicos más consumidos en Guatemala, la producción es inferior a la demanda teniendo la necesidad de importar un 50% del consumo y como principal proveedor están los Estados Unidos de Norteamérica (según ARROZGUA citado por Manzo). (6) Para disminuir el déficit se tendría que incrementar el área de siembra o mejorar la tecnología para aumentar la producción a nivel nacional y esto puede conseguirse al mejorar el manejo agronómico. (7)

Los investigadores dedicados al mejoramiento genético del arroz han trabajado continuamente para obtener variedades de arroz de alto rendimiento que respondan a tasas altas de fertilizantes nitrógenados. El alto rendimiento por cultivo intenso con una considerable aplicación de fertilizante, requiere variedades con alta capacidad de formación de vastagos, tallo corto y resistencia al acame. (según Baba 1954 y Nagai 1958, citados por De Matta)(3)

La rentabilidad del grano de arroz se ha incrementado debido a mejoras considerables en los rendimientos de campo y molino de las variedades comerciales (2).

El nitrógeno es uno de los principales reguladores de la productividad de la planta de arroz, forma parte de todas las proteínas y de muchos componentes no proteicos, siendo el nutrimento que más influye en los rendimientos del cultivo. Se considera como un factor limitativo de la producción cuando no se le proporciona lo requerido.(2) Se han obtenido entre 20 y 30 kg de arroz con cáscara por cada kg de N aplicado en condiciones adecuadas de manejo del cultivo, si las condiciones climáticas que lo acompañan son favorables. El nitrógeno es el nutriente más difícil de manejar ya que es muy fácil de perderse por volatilización y lixiviación. Su uso excesivo provoca vuelco, retrasa la floración y aumenta la incidencia de enfermedades. (2)

Hay diferentes causas que aumentan la susceptibilidad al acame como la genética de la variedad, las prácticas agrícolas (densidad de siembra y altas dosis de nitrógeno), las enfermedades de la caña, las plagas, y los factores climáticos.(9)

Una posibilidad de reducir la altura de los tallos de arroz sin reducir o disminuir su producción es la utilización de reguladores del crecimiento. El producto Moddus 250 ec tiene como ingrediente activo el Ethyl – Trinexapac, que es un regulador con una acción mas decidida en la inhibición de la elongación de los entrenudos en gramíneas, lo que reduce la altura de la planta y evita así las pérdidas de rendimiento asociadas al problema de acame. En un estudio hecho en Brazil se concluyó que la aplicación de 150 gr i.a. por hectarea de Ethyl – Trinexapac en los estados de mayor crecimiento meristemático, redujo la altura hasta en 0.40 mts en promedio sin reducir los rendimientos. (1)

La mayoría de los reguladores que actúan como retardantes de la planta actúan por inhibición de la biosíntesis de la giberelinas y otras hormonas que promueven diversas actividades de la elongación de los entrenudos. (1)

Anualmente en la zona productora de arroz de la costa sur se reportan áreas con elevadas pérdidas relacionadas al acame, en su mayoría por factores climáticos, ya que cuando está a punto de cosecharse es cuando mas peligro hay, ya que las panículas están mas cargadas y pesadas y los tallos empiezan a perder fuerza y a ser vulnerables para romperse por la acción de las lluvias y los vientos, y por otro lado se cree que la utilización de reguladores afecta negativamente la producción.

Utilizando el Ethyl – Trinexapac, aplicándolo en dos estados fenológicos distintos del crecimiento de la planta de cultivo de arroz, que serían los dos estados de mayor crecimiento meristemático, como los son al apareamiento del segundo entrenudo de crecimiento, que es cuando empieza también a macollar y el segundo estado de máximo crecimiento lo sería 15 días antes de la aparición de las panículas, que es también momento de bastante crecimiento de la planta, esto permitirá probar en que etapa de aplicación se obtiene el menor crecimiento en la altura y a la vez ver si se puede minimizar la susceptibilidad al acame y al combinarlo con dos dosis de nitrógeno, una de ellas la que el agricultor usa por experiencia y otra con un 25% más de lo usual, podremos determinar si hay algún efecto en la producción y al observar las interacciones del nitrógeno y regulador, podremos determinar cuál es el momento óptimo en que se puede detener el crecimiento de la planta sin afectar mucho su rendimiento.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar cuales son los efectos de la interacción de de los distintos tratamientos con el fin de determinar que tratamiento ayuda a disminuir la incidencia al acame sin reducir su producción y ver cuál es la opción económica más rentable.

#### **3.2. OBJETIVO ESPECIFICO**

- Determinar el efecto del producto Ethil – Trinexapac sobre el crecimiento en altura de la planta y en la disminución del acame.
- Evaluar el rendimiento del cultivo al utilizar los diferentes tratamientos.
- Determinar cual es la época de aplicación adecuada de regulador Ethil – Trinexapac, para reducir la altura sin reducir rendimiento.

#### **4. HIPOTESIS**

##### **4.1. NULA**

Las aplicaciones de nitrógeno en el cultivo del arroz elevan la producción, pero también tienen un efecto positivo en el aumento de la altura de la planta y por consiguiente, aumenta la incidencia al acame, utilizando un fitorregulador del crecimiento no se puede contrarrestar el efecto de las altas aplicaciones de nitrógeno y tampoco se pueden reducir las pérdidas por acame.

##### **4.2. ALTERNATIVA**

Las aplicaciones de nitrógeno en el cultivo del arroz elevan la producción pero también tienen un efecto positivo en el aumento de la altura de la planta y por consiguiente aumenta la incidencia al acame, utilizando un fitorregulador del crecimiento se puede contrarrestar el efecto de las altas aplicaciones de nitrógeno y así reducir las pérdidas por acame.

## 5. MARCO TEORICO

### 5.1. EL CULTIVO DE ARROZ EN GUATEMALA

El contrabando, el encarecimiento de los insumos básicos para la agricultura y la falta de tierra, han generado que la producción e importación de arroz se vea afectada. Las proyecciones de la Asociación Guatemalteca del Arroz (ARROZGUA) indican que este año se producirá lo mismo que en 2009, en tanto que en las cifras de comercio exterior del Banco de Guatemala (Banguat) se refleja una reducción del 3% de la compra de ese producto en el exterior.

De acuerdo con cifras de Arrozgua, el consumo del producto se ha mantenido en un promedio anual de aproximadamente 15 libras por persona; sin embargo, la producción no ha podido crecer; incluso, ha presentado una desaceleración, pues en 2007 se produjeron 25 mil toneladas métricas del grano y el año siguiente fue de 28,500, lo que representa un crecimiento del 14%. Sin embargo, en 2009 el alza fue sólo de 8.8%, pues la generación del producto fue de 31 mil, cifra que podría repetirse para este año.

Según cifras del Banguat, en 2008 hubo una importación de arroz en promedio a julio de \$25.9 millones (Q210.4 millones), lo cual se redujo a \$20.5 millones (Q166.7 millones), lo que representa un 20.7% menos que el año anterior. Y el hecho parece no cambiar, pues en los primeros siete meses de 2010 se han comprado \$19.8 millones (Q160.8 millones), 3.6% menos que durante 2009.

Según Luis Mazariegos<sup>(1)</sup>, el problema que ha generado la desaceleración de las importaciones del grano, es como consecuencia del contrabando en la frontera mexicana.

“Se ha calculado que ingresan al país unas 24 mil toneladas métricas de importaciones ilegales, lo cual tiene un costo de pérdidas de un aproximado de Q65 millones al año”, lamenta el directivo de la Asociación.

De igual forma, Mazariegos explica que este aspecto ha proliferado debido a que en México los productos que componen la canasta básica no son gravados con el similar al Impuesto al Valor Agregado (IVA), por lo que sólo en ese aspecto los contrabandistas se ahorran unos Q43 por quintal, lo cual es “apetecible” por los comerciales, pues le ganan unos Q0.43 más a la libra cuando la venden al menudeo.

En el caso de la producción, el directivo de Arrozgua asegura que el problema se da como consecuencia del alto costo de los insumos agrícolas y de la falta de tierras para cosechar el grano. “Se compite con otros cultivos, en especial con la caña, el plátano y el banano, incluso con el ganado”, lamenta.

(1) Luis Mazariegos, Director ejecutivo de ARROZGUA. 2011. Entrevista personal.

En la actualidad, Arrozgua calcula que se siembran unas 10 mil hectáreas de arroz, las cuales se localizan principalmente en San Marcos, Retalhuleu, Jutiapa, Alta Verapaz y Petén; agroindustria de la cual dependen unas 20 mil personas que se dividen en varias ramas como las del campo, los distribuidores y pilotos, entre otros. (5)

## 5.2. CULTIVO DEL ARROZ:

### 5.2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO:

Es una planta anual, su nombre científico es *Oryza sativa L.*, existen dos formas de cultivar el arroz, el que se cultiva en suelos inundados y en suelos secos, este último es el que más se cultiva en Guatemala. Este cultivo se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 1,500 metros, en ciertas zonas se pueden obtener hasta dos cosechas por año, con una temperatura óptima de 26-32° C, la precipitación promedio debe ser de 300-400 mm. mensuales, siendo indispensable este requerimiento de agua durante el período de floración y pre-maduración del grano y se necesita mucho sol cuando la panoja está lista para su recolección.

### 5.2.2. VALOR NUTRICIONAL:

El arroz á tomado una gran importancia en la dieta alimenticia diaria del hombre guatemalteco; a continuación se presenta el CUADRO 1, con la importancia nutricional que representa el consumo diario de este grano.

CUADRO 1. Composición del Arroz Blanco por 110 gr. de sustancia

Agua (%)	15.5
Proteínas (g)	6.2
Grasas (g)	0.8
Carbohidratos (g)	76.9
Fibra (g)	0.3
Cenizas (g)	0.6
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0.4
Sodio (mg)	2
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0.09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0.03
Niacina (Acido nicotínico) (mg)	1.4
Caloría	351

Fuente: Tesis Leonel de Leon (4).

### 5.3 CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD CIPRESS EN CONDICIONES OPTIMAS

Vigor inicial:	Muy bueno
Días de Floración:	84 en promedio
Altura:	104 cm en promedio
Habilidad de macollamiento:	Bueno
Reacción al acame:	Susceptible
Reacción a Pericularia:	Susceptible
Reacción al Escaldado de la hoja:	Moderadamente Susceptible
Reacción a Helminthosporium:	Moderadamente Susceptible
Peso de 1000 granos:	18 gramos
Días a cosecha:	114 días en promedio
Potencial genético:	140 qq/ha al 12% de humedad

### 5.4. IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO

El nitrógeno es generalmente necesario en la mayoría de suelos arroceros, en particular en aquellos lugares donde las variedades de arroz modernas, que muestran respuesta a este elemento, se cultivan con prácticas mejoradas de cultivo; la mínima eficiencia en el uso del nitrógeno, la amplia necesidad de este elemento para la producción de alimentos, el incremento gradual y anticipado en los costos de los fertilizantes, crea la necesidad de utilizarlos mas adecuadamente mejorando las prácticas de manejo de los cultivos.

#### 5.4.1. EFECTIVIDAD DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS

Numerosos experimentos de respuesta al nitrógeno han demostrado que la recuperación de los fertilizantes nitrogenados aplicados al cultivo de arroz rara vez es mayor del 30 al 40% . inclusive con las mejores prácticas agronómicas y condiciones estrictamente controladas, la recuperación rara vez excede del 60 al 65% . Paradójicamente, las condiciones climáticas y edafológicas que favorecen el crecimiento del arroz afectan adversamente la recuperación del nitrógeno del suelo y son los factores que determinan su rápida pérdida. Las plantas pueden perder nitrógeno mediante exudación de la raiz, la acción del lavado del rocío o la lluvia y por perdida natural o mecánica de porciones de la planta. (3)

Aun considerando todas las posibilidades, no se cuenta la pérdida de una porción de nitrógeno aplicado. Las investigaciones recientes efectuadas en los Estados Unidos indican que existe una relación entre pérdida de nitrógeno gaseoso y la eficiencia de utilización de nitrógeno por las plantas de arroz. Talvez sea necesario considerar estas pérdidas para determinar la efectividad de los fertilizantes nitrogenados en el arroz.(3)

#### 5.4.2. TIEMPO DE APLICACIÓN DEL NITRÓGENO

La eficiencia del fertilizante puede aumentar al obtener mayores rendimientos con la misma cantidad de nutrientes absorbidos por la planta y una forma de lograr esto, es aplicar el fertilizante en un momento determinado para satisfacer mejor la demanda de fertilizante de arroz.

El nitrógeno absorbido por la planta, desde la formación de los vástagos hasta el inicio de formación de la panícula tiende a aumentar el número de vástagos y panículas, y el que es absorbido durante el desarrollo de la panícula (desde su inicio hasta la floración) aumenta el número de espiguillas llenas por panícula. El nitrógeno absorbido después de la floración tiende a aumentar el peso de 1000 granos, cuando se conjuga con el Potasio. De dos a tres aplicaciones de nitrógeno por cultivo producen mayor eficiencia del nitrógeno y se requieren aplicaciones más divididas en el caso de variedades de arroz de vida larga y de suelos más ligeros.(3)

#### 5.5. HORMONAS O FITORREGULADORES DEL CRECIMIENTO

Se entiende por hormonas vegetales aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta. (10)

Las fitohormonas son las moléculas responsables del desarrollo, aunque no se sabe bien cómo actúan en las células. Se sabe que su mecanismo de acción es por interacción con un receptor específico (la sensibilidad de un tejido hace referencia a su número de receptores), y que su modo de acción una vez recibida la señal es por transducción.

De la transducción se sabe poco, pero parece ser que no es muy diferente de la de los animales.

Las rutas de transducción traducen la señal en una respuesta.

La actuación depende de la sensibilidad del tejido y de la concentración de la hormona. Se denomina nivel activo de una hormona a las formas que desencadenan respuestas. Es necesario un control u homeostasis hormonal, importante para el control del crecimiento, defensa ante situaciones eventuales como cerrar constantemente los estomas en sequía...

Para ello existen diversos mecanismos:

- Biosíntesis: es la fabricación de hormonas para aumentar su concentración.

- Degradación catabólica: es la eliminación para conseguir el efecto contrario.
  - Transporte: se trata de llevar hormonas de zonas de afloramiento a zonas de déficit, o transportar hormonas al lugar donde se necesita su acción.
  - Conjugación: es la modificación de hormonas (añadiendo azúcares o aminoácidos principalmente, o otras moléculas de bajo peso molecular). Sirve como paso inicial para la degradación de estas, para poder almacenarlas, para su mayor eficacia en el transporte o para inactivarlas.
  - Compartimentación: sirve para aumentar o disminuir los niveles hormonales.
- (10)

#### 5.5.1. LAS GIBERELINAS

Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular, debido a que tras la aplicación de giberelinas se incrementa el número de células y la longitud de las mismas. En el caso de las auxinas, el debilitamiento de la pared celular, necesaria para el alargamiento celular, está mediado en parte por la acidificación de la misma. Sin embargo, éste no parece ser el mecanismo de acción de las giberelinas. Las giberelinas pueden inducir el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. (11)

#### 5.5.2. EL ETILENO

Se ha comprobado que el etileno inhibe la elongación y promueve la expansión lateral de las células debido a la alteración que se produce en las propiedades mecánicas de la pared celular. Estos cambios implican una alteración en la disposición de los micro túbulos y de las micro fibrillas de celulosa que pasan de tener una orientación transversal a una longitudinal. (11)

## 6. MARCO REFERENCIAL

### 6.1. ASPECTOS DEL AREA DEL ESTUDIO

#### 6.1.1. ASPECTOS GEOGRAFICOS

##### 6.1.1.1. LOCALIZACIÓN:

El experimento se localizó en la finca Santa Rita situada en Malacatán, departamento de San Marcos, con una extensión territorial de 4 caballerías; se ubica en la hoja cartográfica 1760-1 escala 1:50,000 1.G.N. dista de la cabecera municipal a 14 Kilómetros, con una ubicación geográfica es de 14° 45' 20" Latitud Norte y 92° 00' 46" Longitud Oeste, con una altitud de 378 MSNM (4).

Su clima es cálido y húmedo, denominado Zona Cálida muy húmeda; la temperatura promedio que predomina en esta área es de 28° C; la velocidad del viento en términos medios anuales se manifiestan moderados, alcanzando un máximo de 23 Km/hora (4).

Una precipitación media anual de 3,447.55 mm; el número de ocurrencia de días de lluvia anual es variable puesto que oscila entre 151 a 202, las lluvias caen con promedio de 55% de los días del año o sea un promedio de 200 días por año. (4).

La humedad relativa media anual se presenta con una variabilidad del 80% al 86% durante el año, pudiendo ocurrir un 78% en la época seca y un 89% en la época lluviosa. (4).

#### 6.1.1.2. SUELOS:

Por su localización geográfica, abarca en la mayor parte del territorio el grupo de Suelos del Declive del Pacífico (4).

Suelos del Declive del Pacífico: es una de las regiones agrícolas más importantes del país, comprende un 75% del territorio del municipio, los suelos están bien drenados, son fáciles de labrar y productivos. Su inclinación oscila entre los 0.5-1.0%. Produce ganado vacuno, siendo potencialmente adaptable a la agricultura mecanizada. (4).

Posee una vegetación de bosque muy Húmedo Sub-tropical Cálido, la combinación de alta temperatura y elevada pluviosidad sobre una gama de diferentes tipos de suelo, determinan el vigor y porte de las especies vegetales, las agrupaciones de árboles alcanzan hasta de 40 metros y diámetros cercanos a 1 metro o más. En las extensiones en donde aún se cuenta con vegetación poco intervenida, las asociaciones de árboles presentan un conjunto arbóreo compacto. (4)

#### 6.1.2. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se efectuó en la finca Santa Rita, Malacatan San Marcos, localizada a 14 kilómetros de la cabecera municipal, con una altitud de 378 MSNM y una ubicación geográfica de 14° 45' 20" latitud norte y 92° 00' 46" Longitud Oeste; el periodo en el que se realizó la investigación fué durante la cosecha de cultivo de arroz invierno 2011 (Junio – Octubre).

## 7. METODOLOGIA

### 7.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

La investigación consistió en evaluar el efecto de la interacción del fitorregulador en el cultivo del arroz combinándolo con dos dosis diferentes de nitrógeno aplicándolo en dos etapas fenológicas de máximo crecimiento de la planta y evaluar sus interacciones en el rendimiento, los efectos en altura de las plantas y la resistencia al acame, para lo cual se utilizó un modelo estadístico bifactorial combinatorio, dispuesto en un diseño en bloques al azar con 6 tratamientos y cuatro repeticiones.

Se utilizó cultivo ya sembrado y manejado como normalmente lo hace el agricultor y sobre ese arroz se trazaron las parcelas para la investigación. El manejo agronómico fue el mismo que se utiliza para todos los cultivares de la variedad Cipress en la zona. Solamente

cambiaron para las parcelas las aplicaciones de acuerdo a los tratamientos para cada una dependiendo cómo quedaron arregladas en los bloques.

## 7.2. MATERIALES

Los materiales que se utilizaron en la evaluación se describen a continuación:

- Se utilizó la variedad Cipress que es levemente susceptible al acame y responde muy bien a las aplicaciones de nitrógeno; es una variedad de ciclo intermedio de 90 días.
- Nitrógeno en varias aplicaciones y dos presentaciones dependiendo de las fechas programadas para las fertilizaciones. Estas aplicaciones se hicieron al voleo calculando las dosis adecuadas para cada tratamiento; las aplicaciones de nitrógeno fueron hechas de la siguiente manera, según el CUADRO 2:

CUADRO 2. Aplicaciones comerciales de nitrógeno en el area del experimento, para un total de 161 kg por manzana de nitrógeno puro.

Cantidad qq por Manzana	Aplicación días después de sembrado	Formulación	Elemento Puro
2 qq Urea	12	46 - 0 - 0	92 libras
1.5 qq Urea	22	46 - 0 - 0	69 libras
1.5 qq Urea	35	46 - 0 - 0	69 libras
3 qq Sulfato	50	21 - 0 - 0 - 24	63 libras

Fuente: Datos proporcionados por el productor.

- Ethyl-Trinexapac en su presentación comercial de MODDUS 250EC a una dosis de 600cc por Ha que equivale a 150 gr de ingrediente activo. En nuestro caso fueron 420 cc por manzana lo que equivale a 105 gr de ingrediente activo por manzana.

## 7.3. TIPO DE DISEÑO

Modelo estadístico bifactorial combinatorio dispuesto en un diseño en bloques al azar con 6 tratamientos y cuatro repeticiones cuyo modelo estadístico es:

Modelo Estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + B_k + AB_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

en donde  $Y_{ijk}$  = variable respuesta de la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = efecto de la media general

$R_i$  = efecto del  $i$ -ésimo bloque

$A_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor A

$B_k$  = efecto del  $k$ -ésimo nivel de factor B

$AB_{jk}$  = efecto de la interacción del factor A con el Factor B

$\epsilon_{ijk}$  = Error Experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental

CUADRO 3. TABLA DE ANDEVA FACTORIAL a \*b EN BLOQUES AL AZAR

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	r-1	$\sum_{ab} Y^2_{i..} - Y^2_{..}$		
Tratamientos	(a*b)-1	$\sum_r \sum_{ab} Y^2_{.jk} - Y^2_{..}$	SC trat GL trat	CM trat CM error
A	a-1	$\sum_{rb} Y^2_{.j.} - Y^2_{..}$	SCA GLA	CMA CM error
B	b-1	$\sum_{ra} Y^2_{..k} - Y^2_{..}$	SCB GLB	CMA CM error
AB	(a-1)(b-1)	SC trat-SCA-SCB	SCAB GLAB	CMAB CM error
Error exp.	(r-1)(ab-1)	SC tot - SC bloq -SC trat	SC error Gl error	
Totales	rab-1	$\sum \sum \sum Y^2_{ijk} - Y^2_{..}$		
		rab		

Fuente: Datos recopilados previos a la realizacion del trabajo.

#### 7.4. PRUEBA DE MEDIAS

Para las variables en donde se cumplió la hipótesis alternativa se realizó una comparación múltiple de medias utilizando una prueba de Tukey al 5%, para ver las diferencias de la interacción regulador nitrógeno y las dos épocas de aplicación del fitorregulador.

#### 7.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

- El area total donde se montó el experimento posee las dimensiones de 36 mts de largo en dirección a los surcos y 20 mts de ancho.
- El experimento estuvo conformado por 24 parcelas de 5 metros de ancho por 6 metros de largo en dirección de los surcos que hace un total de 30 mts<sup>2</sup> que fue la parcela bruta, y la parcela neta que se evaluó se compone de 3 metros de ancho por 4 metros de largo lo que equivale a 12 mts<sup>2</sup>, evaluando 20 surcos de 4 metros de largo cada uno.
- Las mediciones de las variables, se efectuaron utilizando un cuadro de 1 mt. cuadrado hecho de tubo pvc tirándolo al azar dentro de la parcela neta y se midieron las variables solamente dentro del metro cuadrado por tratarse de una gramínea.

## 7.6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se utilizaron 6 tratamientos que se combinaron de la siguiente manera:

$N_1$ =Nitrógeno 161 kg mz

Esta es la dosis comercial que se utiliza actualmente en el área.

$N_2$ =Nitrógeno 161Kg mz + 25% Nitrógeno de la dosis para un total de 201 Kg

El aumento de nitrógeno es para ver cómo se comporta el cultivo con relación al rendimiento, altura y porcentaje de acame.

$R_0$ =Plantas sin regulador

Este fué nuestro testigo.

$R_1$ =Plantas aplicadas con regulador a los 40 días de sembrado.

En esta aplicación se esperaba detener el crecimiento al aparecer el segundo entrenudo de crecimiento que en esta variedad es a los 40 días después de sembrado.

$R_2$ =Plantas aplicadas con regulador a los 55 días de sembrado.

En esta aplicación se esperaba detener el crecimiento 15 días antes de la aparición de la panícula, que en esta variedad es a los 55 días después de sembrado.

### 7.6.1. Las combinaciones de los 6 tratamientos fueron

$$t_1 = N_1 R_0$$

$$t_2 = N_1 R_1$$

$$t_3 = N_1 R_2$$

$$t_4 = N_2 R_0$$

$$t_5 = N_2 R_1$$

$$t_6 = N_2 R_2$$

En donde:

$t_1 = N_1 R_0$  Dosis de nitrógeno comercial sin regulador

$t_2 = N_1 R_1$  Dosis de nitrógeno comercial con regulador a los 40 días

$t_3 = N_1 R_2$  Dosis de nitrógeno comercial con regulador a los 55 días

$t_4 = N_2 R_0$  Nitrógeno + 25% sin regulador

$t_5 = N_2 R_1$  Nitrógeno + 25% con regulador a los 40 días

$t_6 = N_2 R_2$  Nitrógeno + 25% con regulador a los 55 días

CUADRO 4. Croquis del experimento.

I	1 t4	2 t5	3 t3	4 t2	5 t6	6 t1
II	7 t2	8 t3	9 t1	10 t6	11 t5	12 t4
III	13 t1	14 t6	15 t2	16 t4	17 t3	18 t5
IV	19 t6	20 t1	21 t5	22 t2	23 t4	24 t3

Fuente: Sorteo al azar

Los números romanos son los bloques y los números pequeños en la parte superior izquierda corresponden al correlativo de las parcelas y en el centro estan como quedaron distribuidos los tratamientos dentro del experimento.

## 7.7. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA

### 7.7.1. RENDIMIENTO

No. de panojas por metro cuadrado

Esto se midió contando las panojas en un metro cuadrado.

No. de granos por panoja

Se tomaron las panojas de un metro cuadrado y se contaron.

Peso de 1000 granos

Se pesaron en una balanza analítica 1000 granos de arroz.

### 7.7.2 RENDIMIENTO EN QUINTALES

Se recolectaron todos los granos de un metro cuadrado y se pesaron para luego hacer la relación de producción en quintales por manzana.

### 7.7.3. ALTURA DE LA PLANTA

Se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula del tallo mas largo.

### 7.7.4. RESISTENCIA PREDOMINANTE AL ACAME

Se calificó este carácter, al iniciarse la maduración del grano del modo siguiente: se bajó la punta de los tallos hasta una altura de 30 cm del suelo para que al soltarlos, los tallos fuertes y resistentes recuperaron su forma original; los susceptibles al acame permanecieron cerca del suelo.

Se calificó de acuerdo a los siguientes valores:

(=1) si no hay volcamiento las plantas se consideran fuertes

(=3) si en su mayor parte estan ligeramente volcadas, moderadamente fuertes.

(=5) si estan moderadamente volcadas, se consideran intermedias

(=7) si en su mayoria las plantas estan casi caídas, son débiles

(=9)si todas las plantas permanecen en el suelo, son muy débiles

Porcentaje de resistencia predominante al acame, se estimó partiendo del número de plantas muestradas.(8)

### 7.7.5. Análisis Económico

El tipo de análisis que se utilizó para determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos fue el denominado Costo/Beneficio, que consistió en involucrar todos los costos efectuados por el productor como normalmente lo hace, mas los costos extras que llevan los diferentes tratamientos para luego encontrar la Rentabilidad que es el resultado del proceso productivo, para que el productor pueda comparar entre los tratamientos cual es el más rentable en materia económica; la rentabilidad es expresada en porcentaje de ganancia.

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo Total}} \times 100 = \text{Rentabilidad}$$

## 8. Resultados y Discusión.

### 8.1. Variables del Rendimiento.

#### 8.1.1. Panojas por metro cuadrado.

CUADRO 5. Datos de campo para la variable panoja por metro cuadrado.

I	1 <b>237</b> t4	2 <b>236</b> t5	3 <b>265</b> t3	4 <b>280</b> t2	5 <b>271</b> t6	6 <b>247</b> t1
II	7 <b>270</b> t2	8 <b>282</b> t3	9 <b>265</b> t1	10 <b>265</b> t6	11 <b>265</b> t5	12 <b>227</b> t4
III	13 <b>275</b> t1	14 <b>304</b> t6	15 <b>315</b> t2	16 <b>248</b> t4	17 <b>315</b> t3	18 <b>308</b> t5
IV	19 <b>303</b> t6	20 <b>296</b> t1	21 <b>267</b> t5	22 <b>304</b> t2	23 <b>302</b> t4	24 <b>260</b> t3

Fuente: datos de campo

CUADRO 6. Datos de campo ordenados para la variable Panoja por metro cuadrado.

Tratamiento	bloque I	bloque II	bloque III	bloque IV	Yij.
t <sub>1</sub>	247	265	275	296	1083
t <sub>2</sub>	280	270	315	304	1169
t <sub>3</sub>	265	282	315	260	1122
t <sub>4</sub>	237	227	248	302	1014
t <sub>5</sub>	236	265	308	267	1076
t <sub>6</sub>	271	265	304	303	1143
Y..k	1536	1574	1765	1732	6607

Fuente: Datos de Campo

CUADRO 7. Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable panoja por mt<sup>2</sup>

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla
Bloque	3	6451.46	2150.49	6.18	3.29
Nitrógeno	1	828.38	828.38	2.38 NS	4.54
Regulador	2	2105.33	1052.67	3.02 NS	3.68
Interacción	2	903.00	451.50	1.30 NS	3.68
Error Exp	15	5220.79	348.05		
Total	23	15508.96			
CV %=	6.78				

Fuente: Datos de Campo.

Se puede observar que el análisis de varianza al 5% de significancia no muestra ninguna diferencia estadística significativa para ninguno de los factores evaluados y la interacción entre ellos, por lo tanto ninguno de los factores ni la interacción entre ellos tiene efecto sobre el número de panojas por metro cuadrado.

Las panojas por metro cuadrado promedio de los tratamientos fueron 275. Estas van de 254 a 292 como se puede ver en el siguiente cuadro.

CUADRO 8. Promedio de panojas por metro cuadrado.

Tratamiento	panojas por mts <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>0</sub>	271
t <sub>2</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	292
t <sub>3</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	281
t <sub>4</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>0</sub>	254
t <sub>5</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	269
t <sub>6</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	286

Fuente: Datos de Campo

Al no existir diferencia significativa en ninguno de los tratamientos de esta variable de respuesta podemos decir que las densidades de siembra en el experimento fueron homogéneas o sea que la cantidad de semillas y de plantas por metro cuadrado fue similar en todo el experimento y que ningún tratamiento tiene ventaja con tener más panículas y así tener más posibilidad de influir en el rendimiento del cultivo. Ni el fitorregulador ni el nitrógeno ejercen ninguna influencia sobre los tratamientos, como tampoco afecta la interacción de estos en los estados de mayor crecimiento, tanto aplicándolo a los 40 días como a los 55 días no presenta diferencia para esta variable.

CUADRO 9. Cuadro de doble entrada para la variable panojas por  $mt^2$ .

Factor	Regulador			Promedio
	0 días	40 días	55 días	
<b>Nitrógeno</b>				
<b>Nitrógeno Comercial</b>	271	292	281	281.3
<b>Nitrogeno+25%</b>	254	269	286	269.7
<b>Promedio</b>	262.5	280.5	283.5	

Fuente: Datos de Campo.

El cuadro 9. Muestra el cuadro de doble entrada, donde podemos observar los promedios de panojas por metro cuadrado para cada nivel de cada factor evaluado. Aunque estadísticamente no existió significancia entre los niveles de cada factor se observa que:

1. Para el nitrógeno; el nivel Nitrógeno Comercial tiene un promedio de 281.3 panojas/ $mt^2$ , siendo un 4% más que el nivel de Nitrogeno+25%.
2. Para el regulador; el nivel aplicado a los 40 días y 55 días tiene un promedio de 280.5 y 283.5 panojas/ $mt^2$ , teniendo entre 7% y 8% más que con las plantas sin aplicación de regulador de crecimiento.

### 8.1.2. Granos por panoja

CUADRO 10. Datos de campo para la variable Granos por Panoja.

I	1 <b>172</b>	t4	2 <b>156</b>	t5	3 <b>167</b>	t3	4 <b>134</b>	t2	5 <b>173</b>	t6	6 <b>138</b>	t1
II	7 <b>155</b>	t2	8 <b>123</b>	t3	9 <b>160</b>	t1	10 <b>180</b>	t6	11 <b>112</b>	t5	12 <b>187</b>	t4
III	13 <b>156</b>	t1	14 <b>164</b>	t6	15 <b>158</b>	t2	16 <b>184</b>	t4	17 <b>120</b>	t3	18 <b>126</b>	t5
IV	19 <b>164</b>	t6	20 <b>162</b>	t1	21 <b>140</b>	t5	22 <b>152</b>	t2	23 <b>160</b>	t4	24 <b>160</b>	t3

Fuente: Datos de Campo.

CUADRO 11. Datos de campo ordenados para la variable granos por panoja.

Tratamiento	bloque I	bloque II	bloque III	bloque IV	Yij.
t <sub>1</sub>	138	160	156	162	616
t <sub>2</sub>	134	155	158	152	599
t <sub>3</sub>	167	123	120	160	570
t <sub>4</sub>	172	187	184	160	703
t <sub>5</sub>	156	112	126	140	534
t <sub>6</sub>	173	180	164	164	681
Y..k	940	917	908	938	3703

Fuente: Datos de Campo

CUADRO 12. Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable granos por panoja.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabulada
Bloque	3	124.13	41.38	0.15	3.29
Nitrógeno	1	737.04	737.04	2.71 NS	4.54
Regulador	2	2214.33	1107.17	4.07 *	3.68
Interacción	2	2277.33	1138.67	4.18 *	3.68
EE	15	4082.13	272.14		
Total	23	9434.96			
CV %=	10.69				

Fuente: Datos de Campo.

En el cuadro se puede observar el análisis de varianza el cual indica que si existen diferencias entre las interacciones de los factores evaluados y para los niveles del factor regulador. Para dicha interacción se procedió a realizar una prueba de Tukey con una significancia del 5%.

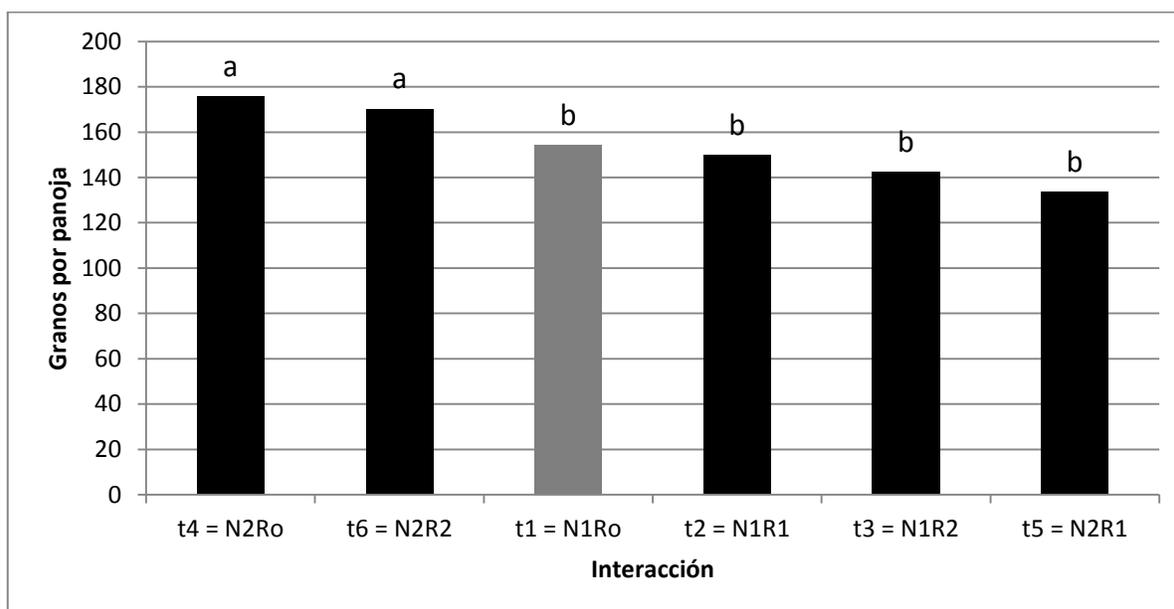
CUADRO 13. Prueba de Tukey con una significancia del 5% para la variable granos por panoja.

Tratamiento	Granos por Panoja Promedio	Grupo Tukey
$t_4 = N_2R_0$	176	a
$t_6 = N_2R_2$	170	a
$t_1 = N_1R_0$	154	b
$t_2 = N_1R_1$	150	b
$t_3 = N_1R_2$	143	b
$t_5 = N_2R_1$	134	b

Fuente: Datos de Campo.

La prueba de Tukey al 5%, muestra que las interacciones que tuvieron más granos por panoja fueron las de los tratamientos  $t_4$  y las panojas en el tratamiento  $t_6$ , no mostrando diferencia estadística entre ellos formando el grupo "a", pero si tiene diferencias con los tratamientos del grupo "b".

GRAFICA 1. Comportamiento de granos por panoja por tratamiento.



Fuente: Datos de Campo

Aquí podemos observar la influencia que ejerce el nitrógeno en la cantidad de granos por panoja ya que los tratamientos que tienen  $N_2$ , o sea un 25% más de nitrógeno, presentan un aumento de la cantidad de granos, esto es porque la planta dispone más de este nutriente para producir más granos; nuestro tratamiento  $t_4$  no tiene aplicación del regulador pero el  $t_6$  si tiene aplicado a los 55 días de sembrado, dentro de estos dos no existe diferencia significativa, mientras tanto el tratamiento  $t_5$  demuestra la toxicidad del producto aplicados en el apareamiento del segundo entrenudo de crecimiento ya que a pesar de que si tiene un 25% más de nitrógeno, no logra aumentar el número de granos por panoja y se sitúa en el último lugar con 134 granos por panoja.

CUADRO 14. Cuadro de doble entrada para la variable granos por panoja.

Factor	Regulador			Promedio
	0 Días	40 días	55 días	
Nitrógeno				
Nitrógeno Comercial	154	150	143	149
Nitrógeno+25%	176	134	170	160
Promedio	165	142	157	

Fuente: Datos de Campo.

En el cuadro 14 podemos ver el promedio de granos por panoja para cada nivel de los factores evaluados. Para los niveles de nitrógeno estos van desde 148.75 granos a 159.83 granos por panoja. Según el análisis de varianza en estos niveles no hubo diferencia significativa no así para el caso de los niveles del regulador donde si mostró diferencia estadísticas y se determinó que en los niveles de 55 día y 0 días no hay diferencias significantes y presentan mayor granos por panoja que a los 40 días.

### 8.1.3 Peso de 1000 granos.

CUADRO 15. Datos de campo para la variable peso de 1000 granos.

I	1 <b>23.3</b> t4	2 <b>21.06</b> t5	3 <b>19.9</b> t3	4 <b>22.4</b> t2	5 <b>20.3</b> t6	6 <b>21.35</b> t1
II	7 <b>20.8</b> t2	8 <b>21.6</b> t3	9 <b>20.8</b> t1	10 <b>21.5</b> t6	11 <b>21</b> t5	12 <b>21.9</b> t4
III	13 <b>21.8</b> t1	14 <b>21.8</b> t6	15 <b>22.6</b> t2	16 <b>22.1</b> t4	17 <b>22</b> t3	18 <b>21.5</b> t5
IV	19 <b>20.8</b> t6	20 <b>21.1</b> t1	21 <b>21.4</b> t5	22 <b>22.2</b> t2	23 <b>22.5</b> t4	24 <b>21.4</b> t3

Fuente: Datos de Campo

CUADRO 16. Datos ordenados para la variable peso de 1000 granos.

Tratamiento	bloque I	bloque II	bloque III	bloque IV	Yij.
t <sub>1</sub>	21,7	20,8	21,8	21,1	85,4
t <sub>2</sub>	22,4	20,8	22,6	22,2	88
t <sub>3</sub>	19,9	21,6	22	21,4	84,9
t <sub>4</sub>	23,3	21,9	22,1	22,5	89,8
t <sub>5</sub>	21,6	21	21,5	21,4	85,5
t <sub>6</sub>	20,3	21,5	21,8	20,8	84,4
Y..k	129,2	127,6	131,8	129,4	518

Fuente: Datos de Campo.

CUADRO 17. Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable peso de 1000 granos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	1.50	0.50	1.16	3.29
Nitrógeno	1	0.08	0.08	0.19 NS	4.54
Regulador	2	2.31	1.15	2.68 NS	3.68
Interacción	2	3.15	1.58	3.66 NS	3.68
EE	15	6.45	0.43		
Total	23	13.49			
CV %=	3.04				

Fuente: Datos de Campo.

En este cuadro se puede observar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos que tienen nitrógeno y regulador ni las interacciones de los mismos, por lo tanto no se muestra efecto sobre el aumento en el peso de los granos.

CUADRO 18. Peso promedio de 1000 granos de arroz por tratamiento.

Tratamiento	Peso de 1000 Granos
$t_1 = N_1R_0$	21
$t_2 = N_1R_1$	22
$t_3 = N_1R_2$	21
$t_4 = N_2R_0$	22
$t_5 = N_2R_1$	21
$t_6 = N_2R_2$	21

Fuente: Datos de Campo.

En este experimento la aplicación del regulador en dos estados fenológicos diferentes combinandolos con dos dosis de nitrógeno y la interacción entre éstos, no presenta ninguna diferencia significativa en el peso de los granos de arroz, ni lo aumenta ni lo disminuye. Esto sucede porque el responsable en mayor medida del aumento del peso específico del grano de arroz es el potasio. (3) El potasio se debe aplicar después de la formación de la panícula para aumentar el peso del grano. El nitrógeno por si solo no aumenta el peso del grano. Y por otro lado la aplicación del regulador no influye en el peso del grano de arroz.

CUADRO 19. Cuadro de doble entrada para la variable peso de 1000 granos.

Factor	Regulador			Promedio
	0 Días	40 días	55 días	
<b>Nitrógeno Comercial</b>	21	22	21	21.3
<b>Nitrogeno+25%</b>	22	21	21	21.3
<b>Promedio</b>	21.5	21.5	21	

Fuente: Datos de Campo.

En el cuadro 19, observamos los promedios de 1,000 granos por cada nivel de los tratamientos evaluados. Estadísticamente estos no mostraron diferencia significativa entre los niveles de cada factor y todos los promedios se mantuvieron entre 21 a 21.5 en todos los niveles de los 2 tratamientos.

## 8.2. Rendimiento en quintales por manzana.

CUADRO 20. Datos de campo para el rendimiento en gramos por mt<sup>2</sup>

I	1 t4 <b>504.2</b>	2 t5 <b>346.8</b>	3 t3 <b>381.5</b>	4 t2 <b>385.6</b>	5 t6 <b>420.2</b>	6 t1 <b>458.3</b>
II	7 t2 <b>380.7</b>	8 t3 <b>352.5</b>	9 t1 <b>460.5</b>	10 t6 <b>396.4</b>	11 t5 <b>336.8</b>	12 t4 <b>480.2</b>
III	13 t1 <b>458.8</b>	14 t6 <b>440.5</b>	15 t2 <b>392.5</b>	16 t4 <b>498.9</b>	17 t3 <b>371.4</b>	18 t5 <b>360.2</b>
IV	19 t6 <b>430.6</b>	20 t1 <b>482.1</b>	21 t5 <b>354.2</b>	22 t2 <b>401.1</b>	23 t4 <b>482.1</b>	24 t3 <b>347.2</b>

Fuente: Datos de Campo.

CUADRO 21. Datos ordenados para la variable quintales por manzana expresados en gramos por metro cuadrado tal y como se recabaron en el campo.

Tratamiento	bloque I	bloque II	bloque III	bloque IV	Yij.
t <sub>1</sub>	458,30	460,50	458,80	482,10	1859,7
t <sub>2</sub>	385,60	380,70	392,50	401,50	1560,3
t <sub>3</sub>	381,50	352,50	371,40	347,20	1452,6
t <sub>4</sub>	504,20	480,20	498,90	482,10	1965,4
t <sub>5</sub>	346,80	336,80	360,20	354,20	1398
t <sub>6</sub>	420,20	396,40	440,50	430,60	1687,7
Y..k	2496,6	2407,1	2522,3	2497,7	9923,7

Fuente: Datos de Campo.

CUADRO 22. Analisis de varianza con una significancia del 5% para la variable gramos por metro cuadrado.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	1281.52	427.17	3.30	3.29
Nitrógeno	1	1327.59	1327.59	10.25 *	4.54
Regulador	2	52225.72	26112.86	201.56 *	3.68
Interacción	2	10270.63	5135.31	39.64 *	3.68
EE	15	1943.34	129.56		
Total	23	67048.81			
CV %=	2.75				

Fuente: Datos de Campo.

En el cuadro 22 se puede observar el análisis de varianza el cual indica que sí existen diferencias entre las interacciones de los factores evaluados y para los niveles del factor regulador. Para dicha interacción se procedió a realizar una prueba de Tukey con una significancia del 5%.

CCUADRO 23. Prueba de Tukey al 5% para la variable gramos por metro cuadrado.

Tratamiento	Gramos por mt <sup>2</sup> Promedio	Grupo Tukey
t <sub>4</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>0</sub>	491,35	a
t <sub>1</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>0</sub>	464,93	b
t <sub>6</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	421,93	c
t <sub>2</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	390,08	d
t <sub>3</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	363,15	e
t <sub>5</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	349,50	e

Fuente: Datos de Campo.

Podemos observar que existe diferencia entre casi todos los tratamientos con excepción de “t<sub>3</sub>” y “t<sub>5</sub>” que estos sí pertenecen a un solo grupo el “e” que son los tratamientos que rindieron menos en esta variable. Para poder tener una mejor idea convertimos los gramos por metro cuadrado a quintales por manzana, lo cual se muestra en el siguiente cuadro.

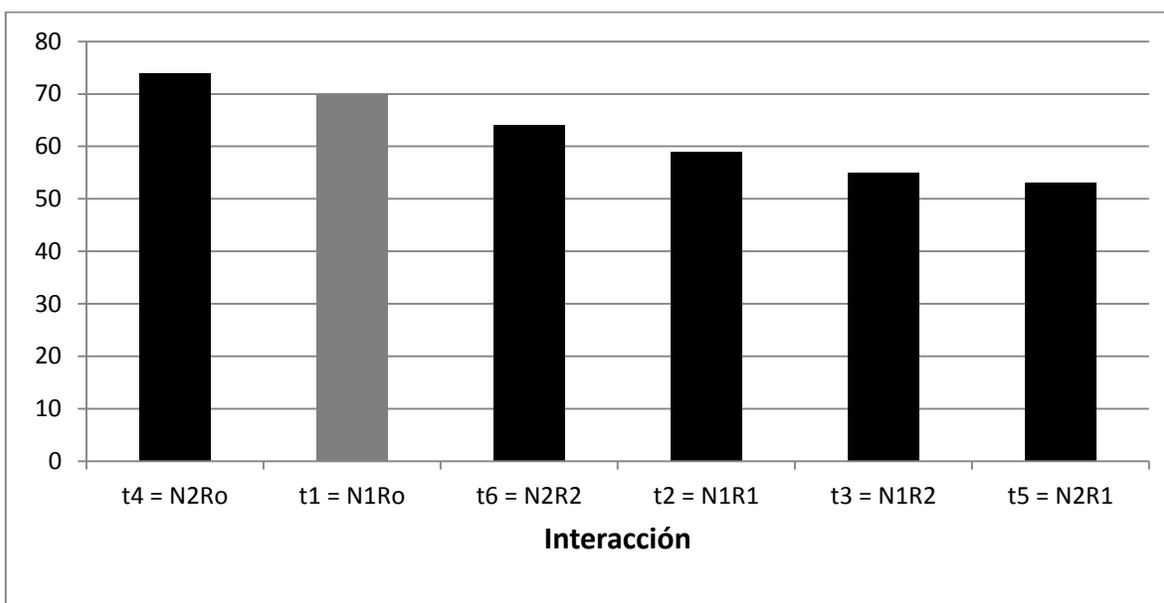
CUADRO 24. Rendimiento promedio en quintales por manzana en cada tratamiento.

Tratamiento	qq/mz.
t <sub>1</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>0</sub>	70.6
t <sub>2</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	59.3
t <sub>3</sub> = N <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	55.2
t <sub>4</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>0</sub>	74.7
t <sub>5</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	53.1
t <sub>6</sub> = N <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	64.1

Fuente: Datos de Campo.

Los datos recabados de campo fueron gramos por metro cuadrado para lo cual se hizo la respectiva conversión, de pasar de gramos a quintales y de metro cuadrado a manzana.

GRAFICA 2. Comportamiento del rendimiento en quintales por manzana.



Fuente: Datos de Campo.

Observamos que el “t<sub>4</sub>” que tiene un 25% mas de nitrógeno fue el tratamiento que mas rendimiento obtuvo, esto se debe a que las mayores aplicaciones de nitrógeno hacen que la planta tenga este nutriente más disponible para poder aprovecharlo y hacer producir más a la planta, luego tenemos a nuestro tratamiento testigo “t<sub>1</sub>” estos dos tratamientos son los que no poseen influencia del regulador, que nuestro tratamiento “t<sub>6</sub>” que fue aplicado 55 días despues sembrado y aplicado con un 25% mas de nitrógeno es el que menos se ve afectado por el regulador ya que por la influencia del nitrógeno se recuperó y subió un poco su rendimiento en comparación a los tratamientos que tienen el regulador aplicado a los 45 días son los tratamientos que fueron afectados en el rendimiento podemos ver tambien que el “t<sub>3</sub>” se ve afectado aunque está aplicado a los 55 días pero no se recuperó porque no tiene la dosis extra de nitrógeno que lo hubiera ayudado a reponerse de la toxicidad del regulador.

CUADRO 25. Tabla de doble entrada para la variable Rendimiento de gramos por metro cuadrado.

Factor	Regulador			Promedio
	0 Días	40 días	55 días	
Nitrógeno				
Nitrógeno Comercial	464.93	390.08	363.15	406.1
Nitrógeno+25%	491.35	349.5	421.93	420.9
Promedio	478.1	369.8	392.5	

Fuente: Datos de Campo

El cuadro 25. Muestra los rendimientos en gramos por metro cuadrado para cada nivel de los factores evaluados. Para el factor nitrógeno se observa que los promedios van de 406.1 a 420.9, estos niveles presentan diferencia significativa teniendo mayor rendimiento el nivel de nitrógeno más 25%. En el factor regulador existió diferencia significativa, también según el análisis de varianza, donde el nivel de 0 días presenta mayor rendimiento de gramos  $mt^2$  con 478.1, seguido está el nivel de 55 días con 392 gramos por  $mt^2$  y por último y más bajo el nivel de 40 días con 369.8 gramos por  $mt^2$ .

### 8.3. Variable de respuesta altura en centímetros.

CUADRO 26. Datos de campo para la variable altura en centímetros.

I	1 62.42	t4	2 62.3	t5	3 44.3	t3	4 56.16	t2	5 44.8	t6	6 59.69	t1
II	7 51.9	t2	8 49.45	t3	9 59.9	t1	10 41.84	t6	11 56.04	t5	12 60.32	t4
III	13 56.79	t1	14 38.37	t6	15 50.23	t2	16 58.52	t4	17 41.03	t3	18 55.22	t5
IV	19 43.97	t6	20 57.76	t1	21 58.92	t5	22 55.42	t2	23 59.28	t4	24 47.1	t3

Fuente: Datos de Campo.

CUADRO 27. Datos ordenados para la variable Altura.

Tratamiento	bloque I	bloque II	bloque III	bloque IV	Yij.
t <sub>1</sub>	59,69	59,02	56,79	57,76	233,26
t <sub>2</sub>	56,16	51,9	50,23	55,42	213,71
t <sub>3</sub>	44,3	49,45	41,3	47,1	182,15
t <sub>4</sub>	62,42	60,32	58,52	59,28	240,54
t <sub>5</sub>	62,3	56,04	55,22	58,92	232,48
t <sub>6</sub>	44,8	41,84	38,37	43,97	168,98
Y..k	329,67	318,57	300,43	322,45	1271,1

Fuente: Datos de Campo.

CUADRO 28. Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable altura.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	77.47	25.82	7.31	3.29
Nitrógeno	1	6.91	6.91	1.96	4.54
Regulador	2	1035.28	517.64	146.76 *	3.68
Interacción	2	65.43	32.72	9.28 *	3.68
EE	15	52.91	3.53		
Total	23	1238.00			
CV %=	3.55				

Fuente: Datos de Campo

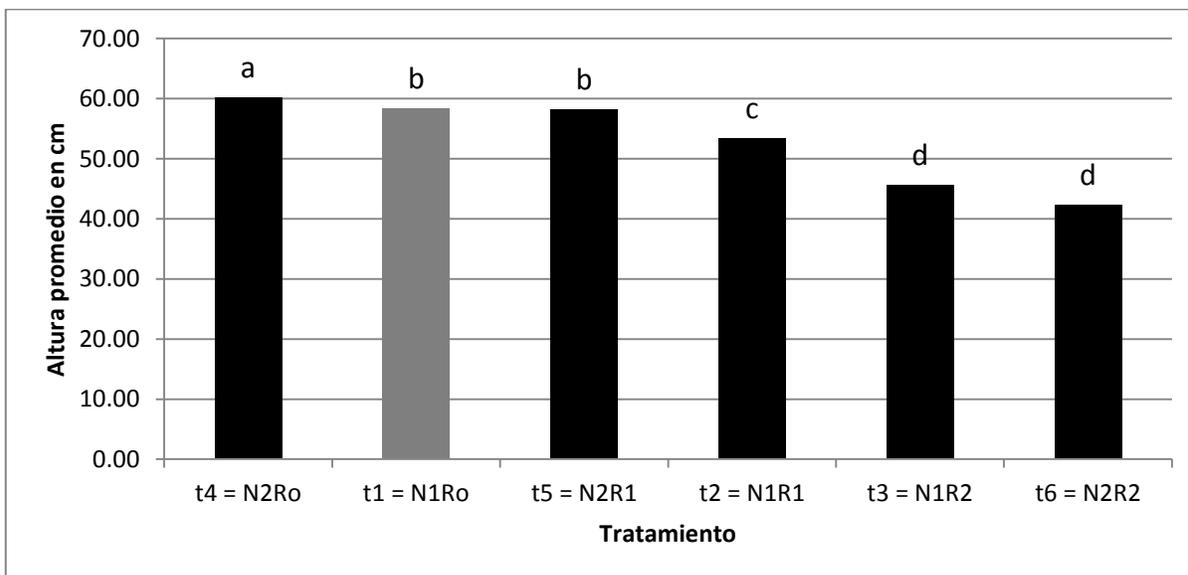
En el cuadro 28 se puede observar el análisis de varianza el cual indica que sí existen diferencias entre las interacciones de los factores evaluados y para los niveles del factor regulador. Para dicha interacción se procedió a realizar una prueba de Tukey con una significancia del 5%.

CUADRO 29. Prueba de Tukey con una significancia del 5% para la variable altura.

Tratamiento	Promedio Altura en cm	Grupo Tukey
$t_4 = N_2R_0$	60,14	a
$t_1 = N_1R_0$	58,32	b
$t_5 = N_2R_1$	58,12	b
$t_2 = N_1R_1$	53,43	c
$t_3 = N_1R_2$	45,54	d
$t_6 = N_2R_2$	42,25	d

Fuente: Datos de Campo.

GRAFICA 3. Comportamiento de la altura por tratamiento.



Fuente: Datos de Campo.

Aquí se puede observar la influencia que tuvo el 25% más de nitrógeno en el crecimiento de la planta, ya que el “t<sub>4</sub>” no tiene influencia del regulador y tuvo más disponibilidad del nutriente por lo que creció un poco más; nuestro testigo “t<sub>1</sub>” y el “t<sub>5</sub>” pertenecen al grupo “b” lo cual nos dice que no hay diferencia estadística significativa entre estos dos, lo que refleja la acción que el regulador aplicado a los 45 días después de sembrado o sea en el apareamiento del segundo entrenudo de crecimiento, no ayuda a disminuir notablemente la altura, lo cual si sucede cuando encontramos el grupo “d”, aquí están los tratamientos en los cuales fue aplicado el regulador a los 55 días después de sembrado, o sea 15 días antes del apareamiento de las panículas, fue aquí en donde se vio la acción del fitorregulador sobre el crecimiento ya que estos tratamientos detuvieron el crecimiento de la planta y el “t<sub>6</sub>” con un altura de 42.5 cm redujo en un 27.55% la altura con respecto al tratamiento que fue nuestro testigo “t<sub>1</sub>” que obtuvo 58.32 cm. Cabe mencionar que el tratamiento “t<sub>6</sub>” tiene un 25% más de nitrógeno que el “t<sub>3</sub>” el cual estadísticamente no tiene diferencia significativa con el “t<sub>6</sub>” ya que la diferencia en altura es de solamente 3 centímetros. Se puede observar un sinergismo positivo en la interacción nitrógeno regulador ya que las parcelas con regulador aplicado 15 días antes de la aparición de la panícula y un 25% más de nitrógeno presenta la menor altura.

CCUADRO 30. Cuadro de doble entrada para la variable altura en centímetros.

Factor	Regulador			Promedio
	0 Días	40 días	55 días	
Nitrógeno Comercial	233.26	213.71	182.15	52.43
Nitrogeno+25%	240.54	232.48	168.98	53.50
Promedio	59.23	55.77	43.89	

Fuente: Datos de Campo.

En el cuadro 30, se puede ver promedio de altura en centímetros para cada nivel de los dos factores evaluados, donde se observa que para los niveles de nitrógeno el promedio de altura van desde los 52.43 cm a los 53.50 cm, mientras que para el factor regulador es mayor la altura cuando no se aplica regular con 59.23 cm.

#### 8.4. RESISTENCIA PREDOMINANTE AL ACAME

Para evaluar esta variable se tomaron dentro de las parcelas grupos de plantas y se doblaron ó "acostaron" hasta 30 cm del suelo, esto se hizo ya en la etapa de madurez de las plantas porque en esta etapa las raíces disminuyen mucho en número; en la etapa de maduración las raíces pierden fuerza y es en esta etapa donde desaparece la médula de los entrenudos de los tallos y las espigas están más pesadas porque las panículas ya están bien llenas de granos y éstos ya alcanzaron su mayor tamaño y peso, lo cual hace que la planta sea más susceptible a volcaduras; esta variable mide el tiempo de recuperación de las plantas al volcarlas lo cual nos indicó que las plantas aplicadas con regulador en un 90% se recuperaron a su forma normal casi instantáneamente, esto ocurrió en los tratamientos con el regulador aplicado 55 días después de sembrado o sea 15 días antes de la aparición de las panículas, lo cual nos indica que están en el nivel =1, esto es porque

el regulador actuó sobre las paredes celulares de los tallos y los engrosó, se pudo observar en cortes transversales que las paredes estaban más lignificadas esto lo hace el producto porque inhibe el crecimiento apical y se acciona el crecimiento axial lo cual hace que los tallos se engruesen y sean más resistentes a las volcaduras. Los tratamientos que no tienen el regulador presentan un nivel intermedio =5 esto fue porque al hacer las pruebas las plantas se quedaban parcialmente volcadas en un 80%, esto significa que al aplicar mas nitrógeno la planta es más propensa a las volcaduras ya que las paredes celulares de los tallos son más delgadas y a la planta le cuesta mucho enderezarse a su forma natural.

## 8.5. ANALISIS ECONOMICO

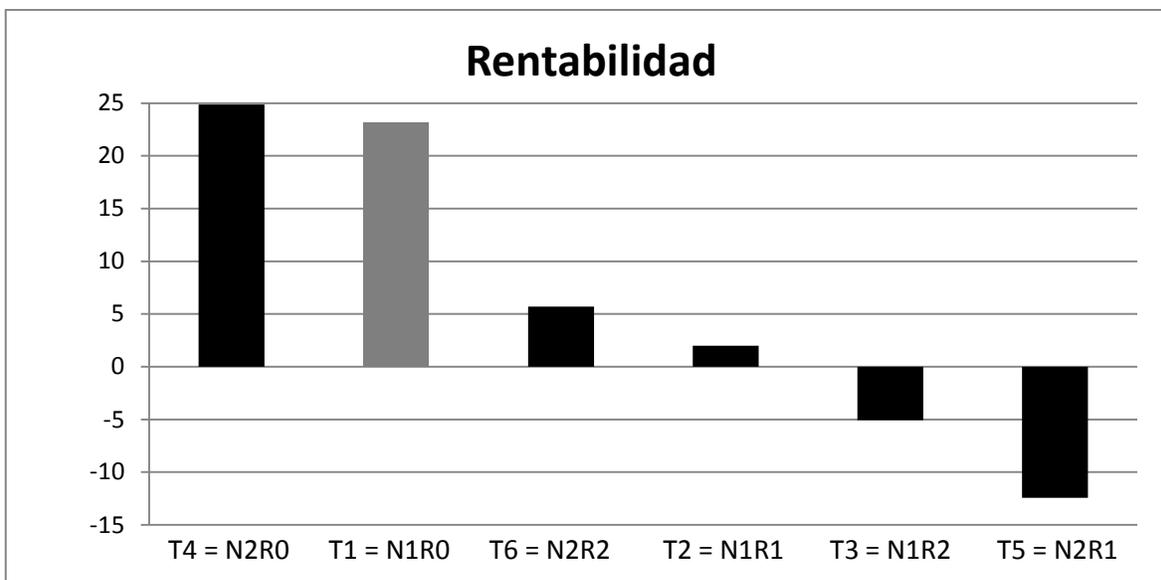
Para este análisis se encontró la rentabilidad de cada uno de los tratamientos, para lo cual se multiplicó la producción por el precio del quintal de arroz en cáscara que es como se lo pagan a los productores que es de Q160.45 en promedio. Y para sacar los costos se sumaron los costos fijos y los costos variables, lo cual varió en cada uno de los tratamientos dependiendo de los insumos que se utilizaron particularmente en cada uno de éstos.

CUADRO 31. Datos para el análisis económico.

Tratamiento	Producción qq/mz.	Ingresos	Costos	Beneficio	Rentabilidad
$t_4 = N_2R_0$	74,7	11985,61	9600	2385,61	24,85
$t_1 = N_1R_0$	70,6	11327,77	9200	2127,77	23,13
$t_6 = N_2R_2$	64,1	10284,84	9729	555,84	5,71
$t_2 = N_1R_1$	59,3	9514,68	9329	185,68	1,99
$t_3 = N_1R_2$	55,2	8856,84	9329	-472,16	-5,06
$t_5 = N_2R_1$	53,1	8519,89	9729	-1209,11	-12,43

Fuente: Datos de Campo.

En el cuadro 31, podemos observar que tenemos tratamientos que no dan ningún rendimiento positivo. En este caso tenemos al tratamiento  $t_3$  que tiene regulador pero no tiene aumento en el nitrógeno, esto hace que este tratamiento no aumente en su rendimiento ya que la planta no posee nitrógeno extra que le permita recuperarse del daño que le ocasiona la aplicación del regulador, ya que éste ejerce un efecto negativo en la rentabilidad, y por otro lado el  $t_5$  que tiene aplicado el regulador al apareamiento del segundo entrenudo de crecimiento, o sea a los 40 días después de sembrado, presenta la mayor toxicidad o sea que el rendimiento en producción disminuye de tal manera que tenemos una pérdida del 12% de la inversión lo que hace no recomendable ya que no disminuye la altura pero si disminuye la rentabilidad.



GRAFICA 4. Rentabilidad de los diferentes tratamientos.

En la gráfica se puede observar de mejor manera el efecto negativo del regulador ya que los tratamientos aplicados con este, presentan la mejor rentabilidad, y esto es porque al sumar el valor que tiene la aplicación del producto juntamente con el valor que tiene el aumento del nitrógeno no compensa los costos. El nitrógeno por si solo aumenta la rentabilidad pero a la vez aumenta la incidencia al acame ya que estas plantas del  $t_4$  no tienen el regulador aplicado, como tampoco lo tienen las plantas del testigo  $t_1$ , pero el  $t_6$  logra aumentar un poco la rentabilidad pero no lo suficiente, pero a la vez el  $t_6$  se presenta como un seguro ya que es aplicado a los 55 días después de sembrado y en esta época ya se ve el vigor de una plantación y el productor ya puede saber que cultivo crecerá mucho y en cual podrá tener problema de acame y así poder tomar la decisión de utilizarlo para no perder hasta un 60% de la producción que es lo que ha pasado en la zona costera de San Marcos, donde los productores reportan esos porcentajes de pérdida. En este caso se puede asegurar que las plantas serán más fuertes y los tallos estarán más lignificados por la aplicación del regulador. Cuando el productor se encuentra con áreas nuevas para el cultivo, aunque trate de minimizar el problema del acame siempre se encontrará con este problema ya que cuando son productores grandes, por el tiempo que se tardan en las siembras, se encontrará plantaciones con panículas bien cargadas, los tallos muy altos y por las fechas tendrán factores climáticos adversos, cerca del mes de Septiembre u Octubre, que es cuando se presenta con más frecuencia la incidencia al acame.

## 9. CONCLUSIONES

- La evaluación de la interacción del fitorregulador con el nitrógeno aplicado en dos etapas de mayor crecimiento vegetativo de la planta de arroz, sí dio diferencia significativa en las variables granos por panoja, altura de la planta, incidencia predominante al acame y producción.
- Para la variable de respuesta número de panojas por metro cuadrado no hay diferencias significativas, lo cual demuestra que hubo una buena densidad de siembra o sea que la cantidad de semillas usadas en el área del experimento fue similar y por lo mismo la cantidad de plantas también, y por lo tanto, los tratamientos no tienen ninguna ventaja en esta variable para que pueda incidir en los resultados las demás variables evaluadas.
- La influencia del nitrógeno en un 25% más en los tratamientos, demuestra que éste sí representa diferencia al evaluar las diferentes variables de respuesta, ya que en la variable número de granos por panoja estas parcelas fueron las que más elevados valores tuvieron, como también fue diferencia en la variable altura y en el rendimiento demostrándose así que aumentan los valores en estas variables por ser uno de los nutrientes más importantes para este cultivo.
- Los tratamientos aplicados con el regulador Ethyl – Trinexapac, a los 55 días después de sembrado o sea 15 días antes de la aparición de las panículas, fueron los que menos altura dieron, lo cual demuestra que la acción del fitorregulador es más eficaz en esta etapa del crecimiento para la reducción de altura. Los tratamientos aplicados con regulador a los 40 días, o sea al apareamiento del segundo entrenudo de crecimiento, no disminuyen la altura de la planta pero si disminuyen su rendimiento.
- La conjugación en el tratamiento “t<sub>6</sub>”, que tiene 25% más de nitrógeno aplicado con fitorregulador a los 55 días después de sembrado, que es 15 días antes de la aparición de las panículas, fue el tratamiento que menos altura dió y fue el tratamiento que presentó menos reducción de la producción, ya que presentó un 9.2% de pérdida con relación a nuestro testigo “t<sub>1</sub>”.

## 10. RECOMENDACIONES

- Evaluar el regulador Ethyl – Trinexapac en diferentes etapas de crecimiento del cultivo, por ejemplo evaluarlo a los 15 o 20 días de sembrado, con el apareamiento del primer entrenudo de crecimiento, dependiendo de la variedad, ya que en esta época la planta de arroz también presenta bastante crecimiento.
- Evaluar la interacción del Ethyl – Trinexapac con mas dosis diferentes de nitrógeno, como la utilización de otras dosis del regulador, para ver como se comporta el cultivo con diferentes dosis y la interacción entre ellos.
- Probar el efecto de las interacciones del regulador Ethyl – Trinexapac con el nitrógeno en las demas variedades de arroz comerciales de la zona, ya que en este caso se utilizó una variedad de ciclo corto siendo las variedades de ciclo largo las que mas altura presentan.
- Probar el efecto de las interacciones del regulador Ethyl – Trinexapac con el nitrógeno, fosforo y potasio utilizando el sistema de siembra mas común en el área que es la cosecha de Mayo a Octubre.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. Arf, O.; Da Silva, F.; Da Silva, M.; Do Nascimento, V.; Alvarez F.; Ferreira R.; 2007. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas (en línea). Brasil, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, FEIS/UNESP. Consultado 03 de junio de 2011. Disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000687052009000400012&lg=en&nrm=iso&tlng=pt#tx1](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000687052009000400012&lg=en&nrm=iso&tlng=pt#tx1)
2. Castillo, A.; González R., A.; Addegunde; Rodriguez, S.; Peña, R. Fertilización nitrogenada y la densidad de población en el rendimiento y sus componentes en la variedad de arroz IAC-20 8 (en línea). Cuba. Consultado 29 de mayo de 2011. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos36/fertilizacion- nitrogenada/fertilizacion-nitrogenada.shtml>
3. De Datta, S., K. 1986. Producción de arroz, fundamentos y practicas. Mexico. Limusa. 423 - 455p.
4. De León, L. 2005. Evaluación de micronutrientes y componentes externos al suelo, aplicados como atenuantes del efecto intoxicante del propanil sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio de Malacatán San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencia Ambientales y Agrícolas. 40p.
5. Gramajo, J. 2010. Baja compra de arroz y se estanca producción. Siglo XXI, Guatemala, GT. Oct. 18:15 Consultado 28 de Mayo de 2011. Disponible en: <http://www.unaregion.com/imprimir?idnoticia=22537>
6. Manzo, E. 2005. Diagnostico, investigación y servicios profesionales realizados en el municipio de San Luis Peten. Documento de Graduación Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 151 p. Consultado 29 de Mayo del 2011. Disponible en: [http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=enrique%20manzo%20alvarado&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.usac.edu.gt%2Ftesis%2F01%2F01\\_2177.pdf&ei=rJCYT5DvKMX7ggf3\\_uDGBg&usg=AFQjCNEqYIZoED6Eefv35xnQOXw1pRcjJw](http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=enrique%20manzo%20alvarado&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.usac.edu.gt%2Ftesis%2F01%2F01_2177.pdf&ei=rJCYT5DvKMX7ggf3_uDGBg&usg=AFQjCNEqYIZoED6Eefv35xnQOXw1pRcjJw)

7. Ortiz, O. F.A. 2005. Determinación de la calidad de molinera de cuatro variedades de arroz (*Oriza sativa* L.) en las zonas arroceras del país. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62p. consultado 02 de Junio del 2011. Disponible en:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2214.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2214.pdf)
8. Robles, R. 1975. Producción de granos y forrajes. México, Limusa. 72 p
9. Syngenta. S.f. Moddus fitorregulador: Ficha técnica. Guatemala. 5p. Consultado 02 de Junio de 2011. Disponible en:  
<http://www.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Folletos/FolletosModdus.pdf>
10. UAM (Universidad Autónoma de México). 2007. Reguladores del crecimiento (en línea). México, Mx. Consultado 04 de junio de 2011. Disponible en:  
[http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material\\_adicional/regscrcim.pdf](http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material_adicional/regscrcim.pdf)
11. UPV (Universidad Politécnica de Valencia, Es). 2003. Fitorreguladores: reguladores del crecimiento y desarrollo, las hormonas vegetales o fitorreguladores (en línea). Valencia, Es. Consultado 04 junio de 2011. Disponible en:  
[http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema\\_14.htm#Regulacióndelcrecimiento\\_y\\_desarrollo:las\\_hormonas\\_vegetales\\_o\\_fitorreguladores](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_14.htm#Regulacióndelcrecimiento_y_desarrollo:las_hormonas_vegetales_o_fitorreguladores)