

**EVALUACIÓN DE PROHEXADIONE-CA, TRINEXAPAC ETIL,  
ACIDO 2-(CLOROETIL) FOSFÓNICO Y EXTRACTO DE PLANTAS Y  
MEZCLAS DE BACTERIAS SOBRE LA BIOMASA Y RENDIMIENTO  
DEL ARROZ (*Oryza sativa*) VARIEDAD CER-09**

**JOSÉ ALBERTO ELIZONDO VILLALOBOS**

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía  
como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en  
Ingeniería en Agronomía.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2010**

**EVALUACIÓN DE PROHEXADIONE-CA, TRINEXAPAC ETIL,  
ACIDO 2-(CLOROETIL) FOSFÓNICO Y EXTRACTO DE PLANTAS Y  
MEZCLAS DE BACTERIAS SOBRE LA BIOMASA Y RENDIMIENTO  
DEL ARROZ (*Oryza sativa*) VARIEDAD CER-09**

**JOSÉ ALBERTO ELIZONDO VILLALOBOS**

**Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:**

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, M. Sc.

\_\_\_\_\_

Asesor

Ing. Agr. Sergio Torres Portuguez, M. Sc.

\_\_\_\_\_

Jurado

Ing. Agr. Gerardo Chaves Alfaro, MAP

\_\_\_\_\_

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

\_\_\_\_\_

Coordinador Trabajos Finales  
de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M. Sc.

\_\_\_\_\_

Director Escuela de Agronomía

**2010**

## DEDICATORIA

A Dios por darme el privilegio de la vida y permitirme ir cumpliendo mis sueños, acompañado de personas que realmente le agregan un gran valor a la misma.

A mis padres José Elizondo e Ileana Villalobos con quienes voy a estar agradecido por siempre: me han dado la oportunidad de llegar a ser la persona que soy.

A mis hermanas, abuelos y familiares por todo lo que me han enseñado, por el apoyo y el afecto brindados durante todo el tiempo que hemos vivido juntos.

A todas las personas que lucharon para que me esforzara y diera lo mejor de mí, tanto académicamente como persona, por su tiempo y dedicación: GRACIAS...

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por las oportunidades tan valiosas que me ha brindado y por las personas que ha puesto en mi camino: me han ayudado a concretar las metas soñadas...

A mis padres por el apoyo incondicional que siempre he recibido de ellos.

A Joaquín Durán por el tiempo que dedicó a la orientación del proyecto...además de un gran profesor, se ha convertido en un gran amigo.

A Sergio Torres y Gerardo Chávez: como jurados me han guiado y corregido con paciencia compartiendo sus conocimientos. Fueron también un gran apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria.

A todo el personal del ITCR, SSC y en especial a los profesores que estuvieron imparcialmente durante esta etapa de mi vida...

A Giovanni Invernizzi por abrirme las puertas de su finca, darme la confianza y la ayuda requerida para poder realizar la investigación.

A todo el personal de Finca el Cerrito por su apoyo y comprensión, en especial a don Néstor Boniche, Ewdin Quirós y Willian Calderón: por los aportes y las recomendaciones.

A todos mis amigos y amigas que siempre estuvieron ahí para darme un empujón cuando lo necesité: realmente fueron eslabones necesarios para lograr cumplir el objetivo y el sueño de ser un profesional...

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Origen y clasificación .....	3
2.2 Morfología del arroz .....	4
2.2.1 Órganos vegetativos .....	5
2.2.2 Órganos reproductores.....	9
2.3 Uso e importancia.....	14
2.4 Variedades.....	15
2.5 Problemas.....	17
2.6 Posibles controles.....	19
2.7 Definición de los reguladores .....	24
2.8 Descripción de los reguladores .....	25
2.8.1 Auxinas .....	25
2.8.2 Giberelinas .....	25
2.8.3 Citoquininas.....	27
2.8.4 Etileno .....	27
2.9 Descripción de los productos disponibles.....	28
2.10 Posibles ventajas.....	31
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	32
3.1 Ubicación del experimento.....	32
3.2 Periodo de evaluación .....	33
3.3 Material experimental.....	33
3.3.1 Cultivo .....	33
3.4 Tratamientos.....	33

3.5	Área experimental .....	34
3.6	Descripción del sitio experimental y de la plantación .....	35
3.7	Variables a estudiar.....	36
3.7.1	Volcamiento.....	36
3.7.2	Reguladores de crecimiento en relación a la biomasa.....	36
3.7.3	Reguladores de crecimiento en relación a los tallos .....	37
3.7.4	Reguladores de crecimiento en relación a la biomasa y desarrollo .....	37
3.7.5	Reguladores de crecimiento en relación a la producción .....	37
3.7.6	Reguladores de crecimiento en relación a la calidad molinera.....	38
3.7.7	Reguladores de crecimiento y parámetros climáticos .....	38
3.8	Diseño y unidades experimentales.....	39
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
4.1	Efecto de los reguladores de crecimiento sobre el crecimiento.....	40
4.1.1	Peso seco .....	40
4.1.2	Altura .....	43
4.1.3	Tallos .....	46
4.2	Efectos de los reguladores de crecimiento sobre la producción.....	49
4.2.1	Volcamiento o Acame.....	49
4.2.2	Producción en granza.....	51
4.3	Análisis económico.....	55
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>60</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Clasificación científica del arroz (Alfaro 2008).....	3
2	Descripción de tratamientos en el uso de distintos productos agrícolas para minimizar el acame en arroz. (Finca Cerrito, Guardia, 2009).....	34
3	Índices absolutos de crecimiento para plantas de arroz tratadas con diferentes reguladores de crecimiento. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	43
4	Promedio del número de tallos totales y efectivos por metro cuadrado. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	46
5	Macollamiento en la variedad de arroz CER-09, sometida a diversos tratamientos. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	47
6	Porcentaje de acame al momento de la cosecha para los cinco tratamientos evaluados. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	50
7	Producción de arroz en granza ( $\text{g/m}^2$ y $\text{kg/ha}$ ) para cada uno de los tratamientos de experimentación en el uso de diversos productos agrícolas. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	51
8	Efectos de los productos agrícolas sobre el crecimiento, acame y la producción. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	54
9	Rendimientos y costos de aplicación por hectárea de arroz de los diversos tratamientos utilizados en Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	56

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Ciclo de vida normal del arroz (Rojas 2005).....	4
2	Raíces adventicias (CIAT 2005).....	5
3	Tipos de raíces (CIAT 2005).....	6
4	Tallo de arroz (CIAT 2005).....	7
5	Hoja bandera (CIAT 2005).....	8
6	Cuello con lígula y aurícula (CIAT 2005).....	8
7	Estructura y órganos de una espiguilla (CIAT 2005).....	11
8	Órganos de una espiguilla (CIAT 2005).....	11
9	Partes de una planta de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ) (Infojardin sf.)...	12
10	Semilla de <i>Oryza sativa</i> (Ebrisa sf.).....	12
11	Capas de un grano de arroz (CIAT 2005).....	13
12	Ubicación de Guardia, Liberia, Guanacaste, sitio donde se encuentra ubicada la Finca el Cerrito (Delfina Travel Group Inc. 2010).....	32
13	Croquis de la Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	35
14	Croquis del Lote Micos de Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	36
15	Efecto de los tratamientos sobre el peso seco total de arroz. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	40
16	Efecto de los tratamientos sobre el peso seco de la panícula de arroz. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	42
17	Altura de las plantas (cm) ante los diferentes tratamientos a lo largo del ciclo de producción. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	44
18	Peso promedio por tratamiento de 1000 granos sin pilar. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.....	52

## INDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
8.1	Fenología de la variedad CER-09.....	66
8.2	Productos y fechas de aplicación para diversos fines en lote Micos.....	67
8.3	Fechas y productos de fertilización en el Lote Micos.....	68
8.4	Fecha de aplicación de productos en Lote Micos de Finca el Cerrito.....	68
8.5	Curva de crecimiento sobre el efecto de los reguladores de crecimiento sobre el peso seco de la raíz de arroz.....	69
8.6	Curva de crecimiento sobre el efecto de los reguladores de crecimiento sobre el peso seco del tallo de arroz.....	69
8.7	Peso de 1000 granos pilados y sin pilar bajo el efecto de diversos reguladores de crecimiento.....	70
8.8	Reglamento Técnico RTCR 406:2007. Arroz en Granza. Especificaciones y Métodos de Análisis para la Comercialización e Industrialización (Nº 34487).....	70
8.9	Cálculo del valor de arroz en granza con la Prohexadione-Ca (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).....	72
8.10	Cálculo del valor de arroz en granza con el regulador Cerone® (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).....	73
8.11	Cálculo del valor de arroz en granza del Testigo (Fuente : Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).....	74

8.12	Cálculo del valor de arroz en granza con el regulador Foliar Blend® (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).....	75
8.13	Cálculo del valor de arroz en granza con el regulador Moddus® (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).....	76
8.14	Datos climaticos mensuales durante el periodo de desarrollo de la investigación productos agrícolas sobre el cultivo del arroz. Guardia. Liberia. 2009.....	77
8.15	Temperatura (°C) diaria media y precipitación (mm) acumulada diaria durante el periodo de desarrollo de la investigación productos agrícolas sobre el cultivo del arroz. Guardia. Liberia. 2009.....	77
8.16	Velocidad del viento (km/h) diaria durante el periodo de desarrollo de la investigación con productos agricolas sobre el cultivo de arroz. Guardia. Liberia. 2009.....	78
8.17	Analisis de suelo de finca El Cerrito. Guardia. Liberia. 2009.	78

## RESUMEN

En finca El Cerrito, distrito Guardia, cantón de Liberia y provincia de Guanacaste se realizó la investigación en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en la variedad CER-09, sobre la eficiencia del uso de Proexadione-Ca, Trinexapac etil (Moddus<sup>®</sup>), 2-(cloroetil) fosfónico (Cerone<sup>®</sup>), extracto de plantas y mezcla de bacterias (Foliar Blend<sup>®</sup>), asociados con el manejo normal que se realiza en la finca con la finalidad de evitar el volcamiento o acame. Para la recolección de datos se realizaron muestreos quincenales desde el momento de la aplicación de los tratamientos hasta al momento de la cosecha (107 días después de la siembra). Para analizar los datos se utilizó la estadística y mediciones de las variables cuantitativas. En la investigación se pudo observar que el menor porcentaje de volcamiento se produjo al utilizar la Proexadione-Ca y el Moddus<sup>®</sup>, mientras que al utilizar el Foliar Blend<sup>®</sup> y el Cerone<sup>®</sup> se obtuvo un comportamiento similar al que se presenta con el manejo normal de la finca. Además la Proexadione-Ca, el Moddus<sup>®</sup> y el Cerone<sup>®</sup> fueron los que presentaron una menor altura y un menor peso seco. Otra variable evaluada fue la cantidad de tallos por tratamiento en donde tanto el índice de macollamiento como la cantidad de tallos efectivos fue mayor con Moddus<sup>®</sup>, seguido por la Proexadione-Ca, el Foliar Blend<sup>®</sup> y por último el Cerone<sup>®</sup>. En cuanto a los rendimientos en la producción del grano el mejor desempeño lo presentó el Moddus<sup>®</sup>, seguido del Cerone<sup>®</sup>, mientras que la Proexadione-Ca y Foliar Blend<sup>®</sup> presentaron rendimientos muy similares entre ellos pero por debajo de los anteriores. En cuanto a la calidad molinera al utilizar los distintos productos agrícolas se pudo observar una mejora principalmente en el tratamiento con Proexadione-Ca seguido por el Foliar Blend<sup>®</sup> y el Moddus<sup>®</sup> que presentaron resultados muy similares y en último lugar se encontró el Cerone<sup>®</sup> siempre con una calidad superior a la que se obtiene con el Testigo. Entre los productos que presentaron una mayor eficiencia en las variables analizadas se encuentran el Moddus<sup>®</sup>, seguido por la Prohexadione-Ca.

**Palabras claves:** arroz, *Oryza sativa*, CER-09, volcamiento (acame), Trinexapac etil, 2-(cloroetil) fosfónico, extracto de plantas y mezcla de bacterias (Foliar Blend<sup>®</sup>), Prohexadione-Ca.

## ABSTRACT

This research was performed at Finca El Cerrito in Guardia district, Liberia, Guanacaste, Costa Rica. The main objective was to determine the efficiency in the use of Proexadione-Ca, Trinexapacetil (Moddus<sup>®</sup>), 2-(cloroetil) fosfónico (Cerone<sup>®</sup>), plants extract and bacteria mix (Foliar Blend<sup>®</sup>), associated with daily working routines in order to avoid the bends of the rice plants. The rice (*Oryza sativa*) used was CER-02 variety. Data was collected and statistically measured every two weeks since the treatment application to harvest day (107 days after sowing). Results show that the bends is statistically less important with the application of Proexadione-Ca and Trinexapacetil (Moddus<sup>®</sup>). Meanwhile, Foliar Blend<sup>®</sup> and Cerone<sup>®</sup> applications did not result in important changes from normal growing care. Proexadione-Ca, Trinexapacetil (Moddus<sup>®</sup>), and Cerone<sup>®</sup> application resulted in shorter plants which also showed less dry weight. Trinexapacetil (Moddus<sup>®</sup>) application resulted in higher quantity and effectiveness of stalk growing followed by Proexadione-Ca, Foliar Blend<sup>®</sup> and Cerone<sup>®</sup> as the lowest. In terms of grain productivity, Trinexapacetil (Moddus<sup>®</sup>) showed higher performance, closely followed by Cerone<sup>®</sup>; whereas, Proexadiona-Ca y Foliar Blend<sup>®</sup> showed very similar results between them but not as superior as the first two. Proexadiona-Ca followed by Foliar Blend<sup>®</sup> and Trinexapacetil (Moddus<sup>®</sup>) showed similar improvement results in mill processing quality when applying agricultural products. Even though Cerone<sup>®</sup> showed lower results than the above, the quality of rice treated with this product is superior than the one obtained without it. Finally, Trinexapacetil (Moddus<sup>®</sup>) followed by Proexadiona-Ca showed higher efficiency in the variables measured.

**KEY WORDS:** rice, *Oryza sativa*, CER-09, bends, Trinexapa etil, 2-(cloroetil) fosfónico, plants extract and bacteria mix (Foliar blend<sup>®</sup>), Proexadione-Ca.

## 1. INTRODUCCIÓN

El arroz es una de las gramíneas más importantes que existen a nivel mundial, ya que junto con otros cereales como el trigo y el maíz, forman la base de la alimentación mundial. Este cultivo brinda el 27% de la energía y el 20% de las proteínas (Labrín 2007). En Costa Rica, para el año 2007 - 2008 el consumo per cápita llegó a ser de 54,61 kg (CONARROZ 2009), equivaliendo a un 16 % del aporte calórico en nuestra dieta; para la compra de este producto se destina alrededor del 7% del presupuesto, este consumo se ve favorecido por el bajo costo del preciado grano (Rojas sf).

En el país se cultiva un área de alrededor 54.053,68 hectáreas en la primera y segunda siembra, con un rendimiento promedio de 3,86 toneladas por hectárea y se importan 179.140 tm de arroz en granza, equivalentes a 759 tm de arroz pilado, descascarillado, quebrado e integral (CONARROZ 2009).

En Costa Rica se cuenta con variedades altamente productivas, las cuales, pueden presentar características indeseables, como el acame, que genera importantes pérdidas en la producción, debido a que se dificulta la cosecha y que se pierde mucho grano generando de esta manera pérdidas económicas, tal es el caso de la variedad CER-09. Esto hace que este cultivo presente un reto para los productores y técnicos, además de poner en riesgo la seguridad alimentaria del país.

En la búsqueda de una solución, se ha decidido utilizar productos agrícolas, como los reguladores de crecimiento en el cultivo de arroz con el fin de comprobar si estos son capaces de brindar un recurso viable para esta problemática, que se ve incrementada en las épocas de invierno.

Por ende, para tratar de evaluar el efecto de estos reguladores se han planteado una serie de objetivos, entre los cuales se encuentran:

## 1.1 OBJETIVOS

### **Objetivo general**

- ✓ Evaluar el efecto de Prohexadione-ca, Trinexapac etil, Acido 2-(cloroetil) fosfónico y Extracto de plantas y mezclas de bacterias sobre la biomasa de una plantación de arroz.

### **Objetivos específicos**

- ✓ Cuantificar el efecto de ciertos productos agrícolas sobre la biomasa de una plantación de arroz.
- ✓ Cuantificar la producción de arroz bajo el efecto de ciertos productos agrícolas.
- ✓ Evaluar el efecto de ciertos productos agrícolas sobre el porcentaje de acame en una plantación de arroz.
- ✓ Realizar un análisis económico de los efectos de ciertos productos agrícolas sobre una plantación de arroz

## 1.2 HIPÓTESIS

Es posible que los productos agrícolas promuevan una menor elongación del tallo de arroz, evitando el riesgo de pérdidas por volcamiento.

Al aplicar distintos productos agrícolas al cultivo del arroz, se presenta alguna respuesta al acame y al rendimiento.

Se presentan efectos secundarios en el cultivo del arroz al aplicar productos agrícolas.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Origen y clasificación

Según Alfaro (2008) el cultivo del arroz data desde hace más de 7000 años atrás, presentando sus bases en el continente Asiático de donde tiene su origen la especie *Oryza sativa*, la que se ha distribuido a nivel mundial; también se conoce una especie de origen africano la cual se conoce como *Oryza glaberrima* (Tascón y García 1985). El arroz está clasificado como se puede apreciar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación científica del arroz (Alfaro 2008).

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Oryza</i>
Especie	<i>O. sativa</i>
Nombre Científico	<i>Oryza sativa</i>

El arroz es una planta anual, autógama, de las cuales se han generado variedades de ciclo corto y largo, que presentan un ciclo fenológico dividido en tres periodos (Alfaro 2008):

- a) Primer periodo: es el vegetativo que cuenta con las etapas desde la germinación, emergencia, establecimiento de plántulas y enraizamiento;
- b) Segundo periodo: presenta las etapas de elongación de las hojas, macollamiento, iniciación de la panícula, diferenciación de la panícula, y floración,
- c) Tercer periodo: constituido por el llenado de grano y la maduración.

En la Figura 1 se ilustra el ciclo de vida normal del arroz (Rojas 2005).

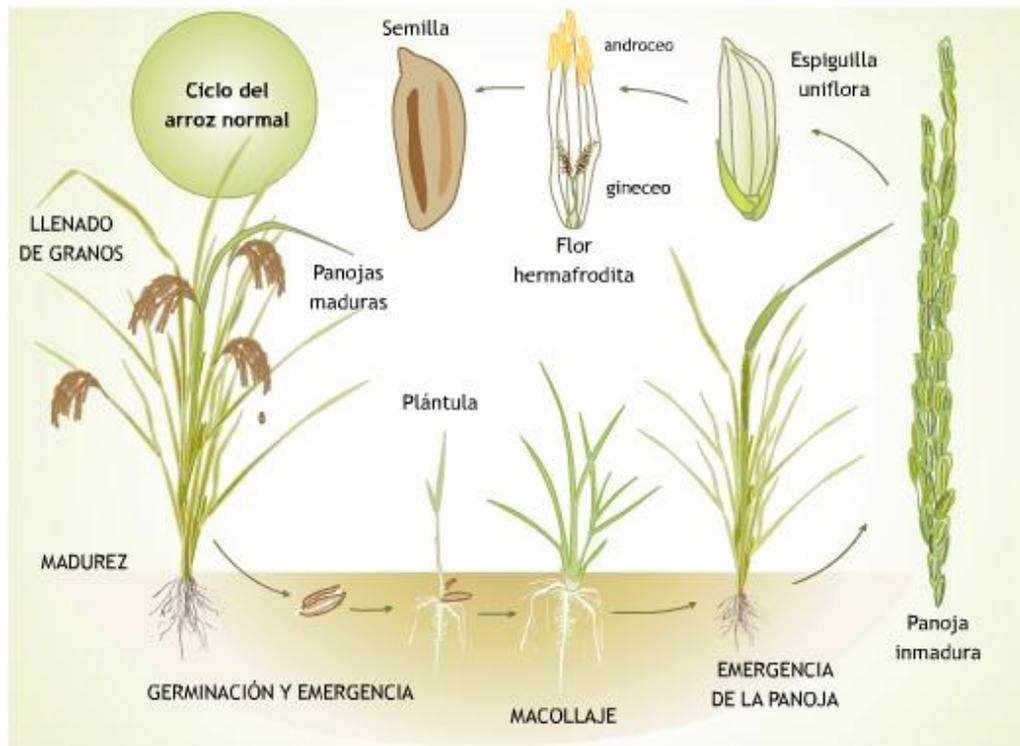


Figura 1. Ciclo de vida normal del arroz (Rojas 2005).

Por la gran cantidad de variedades, la altura de las plantas puede ser muy variable, presentando además tallos compuestos por nudos y entre nudos, los cuales son redondos y huecos; las hojas presentan una lámina plana que se une al tallo por la vaina y su inflorescencia es una panícula cubierta por una hoja terminal, la cual es más ancha y corta que las demás, que se encuentra localizada en el ápice del tallo, protegida por una hoja terminal (Labrín 2007).

## 2.2 Morfología del arroz

Para hacer una descripción más detallada de los diversos órganos de la planta de arroz se han generado dos grupos, los órganos vegetativos en los

cuales se incluyen las raíces, tallos y hojas; y los órganos reproductivos que se componen de las flores y las semillas.

### 2.2.1 Órganos vegetativos

**A) Raíz:** cuando la planta se encuentra en desarrollo, presenta dos tipos de raíces. Las primeras son las raíces seminales o temporales, las cuales se presentan en la planta por poco tiempo después de la germinación, éstas presentan poca ramificación y luego pasan a ser sustituidas por las secundarias, adventicias o permanentes, las cuales tienen su origen en los nudos subterráneos de tallos jóvenes. En variedades de arroz flotantes las raíces adventicias se generan a partir de los nudos del tallo que se encuentran sumergidos (Tascón y García 1985) (Figura 2).



Figura 2. Raíces adventicias (CIAT 2005).

Como lo indican Tascón y García (1985), al inicio del desarrollo, las raíces son blancas, gruesas y a medida que la planta se desarrolla se da un aumento en la ramificación, estas se alargan y adelgazan y son más blandas.

Las raíces adventicias maduras son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales, que pueden formar verticilios a partir de los nudos que están en la superficie del suelo. En las puntas de las raíces se encuentra la coleoriza, que son masas de células que la protegen y facilitan su penetración (CIAT 2005) (Figura 3).



Figura 3. Tipos de raíces (CIAT 2005).

El crecimiento y desarrollo de las raíces se puede ver afectado por las condiciones del área donde se establezca el cultivo y la fertilización ya que entre mayor sea el nivel de nitrógeno en el suelo, menor es la longitud de las raíces. Con respecto a la coloración de las raíces en suelos aireados estas se mantienen blancas, mientras que si el suelo contiene una elevada cantidad de compuestos sulfurosos las raíces tienden a tornarse negras y en suelos inundados suelen ser de color crema hasta amarillo rojizo a causa de la precipitación de compuestos férricos (Tascón y García 1985).

**B) Tallo:** ésta estructura está compuesta de nudos, los cuales a su vez limitan los entrenudos, estas estructuras entre más cerca de la base se encuentren son más reducidos y no son huecos como los que están en la parte superior del tallo, y son finamente estriados (Angladette 1969); además como lo indica Tascón y García (1985) el septo es la estructura interna del nudo la cual separa dos entre nudos adyacentes (Figura 4).

Cada nudo forma una hoja y una yema, esta última está situada entre el nudo y la base de la vaina y es capaz de generar y desarrollar un nuevo hijo. Los hijos se desarrollan en forma alterna en el tallo principal, los hijos primarios se forman en orden ascendente a partir del primero, segundo y siguientes nudos del tallo principal y son capaces de formar hijos secundarios que a su vez pueden formar hijos terciarios, los cuales se forman a partir de un segundo nudo.

El conjunto de hijos y el tallo es lo que se conoce como macolla (Tascón y García 1985).

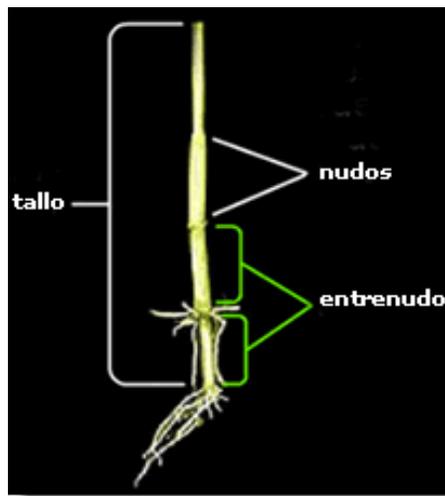


Figura 4. Tallo de arroz (CIAT 2005).

La altura de la planta depende del número de entrenudos y de su longitud, los cuales son caracteres definidos varietalmente, aunque pueden ser influidos por el ambiente y manejo que se le proporcione, de igual forma sucede con el número de hijos que se desarrollen (CIAT 2005).

**C) Hoja:** éstas estructuras se desarrollan a largo del tallo de forma alterna. La primera hoja en aparecer se ubica en la base del tallo principal o de los hijos y es conocida como prófalo, esta no presenta lámina y está constituida por dos brácteas aquilladas, los bordes de esta primera hoja, aseguran por el dorso los hijos jóvenes del tallo. En cada nudo nace una hoja excepto en el nudo de la panícula; y la hoja que se ubica en nudo inferior a la panícula es la que se conoce como hoja bandera (Tascón y García 1985) (Figura 5).



Figura 5. Hoja bandera (CIAT 2005).

A su vez una hoja está compuesta por una serie de estructuras, entre las cuales se encuentran la vaina, el cuello y la lámina. La lámina o base de la hoja inicia en un nudo y envuelve el entrenudo superior en ocasiones hasta el nudo siguiente, está dividida desde la base y es finamente surcada, además puede contener pigmentos antocianos en la base o en toda la superficie; y consta de un pulvínulo el cual consiste en una protuberancia ubicada encima de la unión de la vaina con el tallo (Tascón y García 1985) (Figura 6).

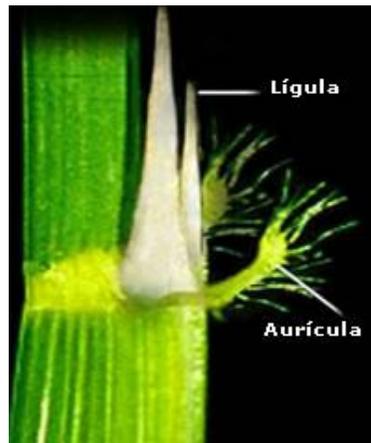


Figura 6. Cuello con lígula y aurícula (CIAT 2005).

Los mismos autores indican que el cuello es el punto donde se da la unión de la vaina y la lámina y aquí se ubican las aurículas (las cuales son dos

apéndices con forma de hoz con pequeños dientes en la parte convexa y abrazan el tallo) y la lígula que es una estructura triangular apergaminada o membranosa, localizada en el interior del cuello que puede variar según la variedad de arroz (Figura 6). Las últimas estructuras pueden facilitar tareas de identificación con respecto a ciertas malezas (CIAT 2005).

Otra de las estructuras es la lámina, la cual es de tipo lineal, puntiaguda, larga y relativamente angosta según la variedad. En la cara superior está el sistema vascular formado por una serie de vainas paralelas. En el envés de la hoja la nervadura prominente es la vena central y sobre ella se puede enrollar la lámina. Como características varietales puede que se dé la presencia de vellosidades, pigmentos antocianinos en los márgenes o en la lámina, así como las diferentes tonalidades que se puedan generar (Tascón y García 1985).

La mayor cantidad de hojas se producen en el tallo principal e igualmente sucede con los hijos primarios y secundarios. Las hojas tienen una vida corta y al momento de la floración de las pocas hojas que quedan, las dos superiores son las encargadas de fotosintetizar un 75% de los carbohidratos que irán al grano (Tascón y García 1985). Cabe recalcar que la hoja bandera es más corta y ancha que las anteriores y acorde a la variedad puede formar diversos ángulos con respecto al tallo (CIAT 2005).

### **2.2.2 Órganos reproductores**

**A) Flor:** en la especie *Oryza sativa* las flores se agrupan en una inflorescencia conocida como panícula, esta estructura se encuentra situada posterior al nudo apical del tallo o nudo ciliar, el cual generalmente tiene la forma de un arco ciliado y de este se pueden originar la primera o hasta las cuatro primeras ramificaciones de la panícula, además es la estructura que se toma como base para medir la longitud del tallo y de la panícula (Tascón y García 1985). Estos autores consideran que el entrenudo en el cual se encuentra la panícula se conoce con el nombre de pedúnculo, el cual puede variar su longitud y puede estar cubierto o no por la vaina de la hoja bandera.

Según cuanto emerja la panícula con relación al cuello de la hoja bandera posterior a la floración, se clasifica de la siguiente manera (Tascón y García 1985):

- a) Emergencia completa: la panícula sale completamente de la vaina y está separada del cuello de la hoja bandera,
- b) Emergencia semicompleta: la panícula se sitúa por encima del cuello de la hoja bandera y la base de la panícula coincide con el cuello de la hoja,
- c) Emergencia parcial: cuando la base de la panícula se encuentra por debajo del cuello de la hoja bandera y en caso de que la panícula se encuentre totalmente cubierta por la vaina, se consideraría sin emerger.

El raquis también conocido como eje principal de la panícula es hueco y sus nudos son los que dan lugar a las ramificaciones que a la vez dan origen a ramificaciones secundarias de donde brotan las espiguillas. Las protuberancias en la base de estas estructuras son conocidas como pulvínulos paniculares (CIAT 2005). Como lo indica Tascón y compañía (1985) el peso y el número de las espiguillas se va a ver influido debido a la variedad y desarrollo de la planta.

Según el ángulo formado por las ramificaciones al salir del eje de la panícula se clasifican en abiertas, compactas e intermedias; y generalmente la panícula se mantiene erecta durante la floración, pero ésta se puede llegar a doblarse debido al peso de los granos maduros (CIAT 2005).

La espiga es la unidad básica de la inflorescencia y se une a las ramificaciones a través del pedicelo. Esta estructura se compone de tres flores, pero solo una se desarrolla y es fértil.

Una espiguilla está formada, por dos lemas estériles, la raquilla y la flor (Figura 7 y 8). Las lemas estériles envuelven la flor por debajo de la raquilla; la cual forma el eje que sostiene la flor. Las brácteas superiores se componen por la lema, que tiene forma de bote con cinco nervios, y la palea, con tres nervios, que ocupan la posición opuesta y son las estructuras que van a formar la

cáscara de la semilla. El nervio central de la lema puede ser liso o pubescente y la arista, que es una prolongación de la quilla, se ubicada en el ápice de la lema; y puede o no estar según la variedad y condiciones ambientales (CIAT 2005).



Figura 7. Estructura y órganos de una espiguilla (CIAT 2005).



Figura 8. Órganos de una espiguilla (CIAT 2005).

La flor del arroz es lo que se conoce como una flor completa, en ésta se encuentran además las lodículas que son dos protuberancias ubicadas en la base de la flor que tienen la función de la apertura floral, lo cual lo logra al separar la lema y la palea a través de turgencia durante la antesis, al mismo tiempo emergen las anteras y se da el alargamiento de los estambres y una vez que se da la liberación del polen las glumas se cierran un proceso que puede tardar de cinco a 60 minutos (Tascón y García 1985) (Figura 9).



Figura 9. Partes de una planta de arroz (*Oryza sativa*) (Infojardin sf.).

**B) Semilla:** es un ovario maduro, seco e indehisciente. La cáscara que lo cubre está formada por la lema y la palea con sus estructuras asociadas; el embrión, está situado en el lado ventral de la semilla cerca de la lema, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación (CIAT 2005). El embrión está separado del endospermo a través del escutelo, el cual está formado por las hojas embrionarias, cubiertas por el coleóptilo y la radícula, envuelta por la coleorriza (Figura 10).

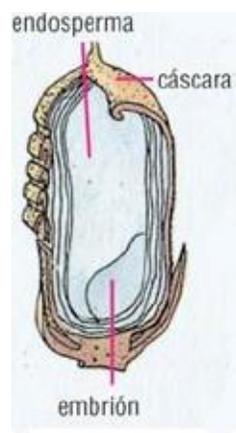


Figura 10. Semilla de *Oryza sativa* (Ebrisa sf.).

Debajo de la lema y palea se encuentra el pericarpio constituido por tres capas de células fibrosas, e inferior a estas se encuentran dos capas con un alto contenido de proteínas, las cuales son el tegumento y la aleurona (Tascón y García 1985) (Figura 11).

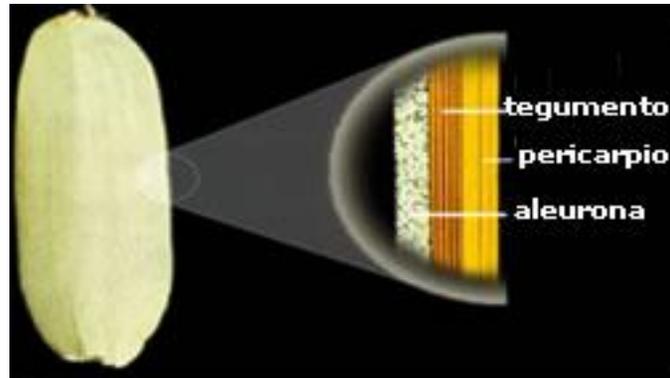


Figura 11. Capas de un grano de arroz (CIAT 2005).

El grano de arroz descascarado es una cariósida que se conoce con el nombre de arroz integral, y aún conserva el pericarpio. La apariencia de los granos de arroz descascarados y pulidos depende de su transparencia, clasificándose en translúcidos, semitranslúcidos y opacos; además puede que presenten manchas no translúcidas en su abdomen, centro o dorso. El endospermo blanco consiste en gránulos de almidón envueltos en proteína, contiene además vitaminas, azúcares, minerales y fibra (Tascón y García 1985).

Una vez que se da la maduración de las semillas, éstas pueden germinar de una vez o entrar en periodo de latencia, el cual se puede romper artificialmente descascarándola o practicándole tratamientos especiales. Durante la germinación hay una serie de estructuras que son temporales y tienen como función la protección o el establecimiento de la plántula mientras se desarrollan las estructuras permanentes (Tascón y García 1985).

### 2.3 Uso e importancia

El arroz es un producto muy importante en Costa Rica utilizado para la alimentación de la población, siendo el de mayor uso en la canasta básica. Según datos de CONARROZ en el país hay alrededor de 894 productores, el 82% con áreas sembradas inferiores a las 50 hectáreas, un 73% de la producción total en el 2005 se daba en la región Chorotega y Brunca (Solera *et al.* 2006).

En los últimos años se ha presentado una disminución importante en la producción de arroz, principalmente por la ausencia de riego y por la presencia de plagas y enfermedades, pasando de 350 mil toneladas métricas en el 2000, a 250 mil TM en el 2005, por lo que se estima que el país únicamente produce la mitad de lo que se consume y la demanda del producto crece de forma muy similar al crecimiento en la tasa de la población, lo que ha considerado un aumento significativo en las importaciones que en el año 2000 eran de 50 mil TM y en el 2005 eran de 200 mil TM (Solera *et al.* 2006) y según CONARROZ para el periodo 2009 las importaciones rondan alrededor de 179 140 toneladas métricas, lo que permite ver que el comportamiento en el último periodo se ha mantenido muy similar.

Durante el periodo del 2001, el área cultivada de arroz fue de 66.500 hectáreas con rendimientos de 3.909,8 kg/ha y una producción de 260.000 toneladas métricas, distribuidas básicamente en la región Chorotega con un 45,28% del área sembrada, seguido de la Región Brunca con 21,14%, luego está la Región Huetar Norte con un 20,38%, del cual un 13,13% pertenece a la Región Pacífico Central y el resto a la Región Huetar Atlántica (Rojas *sf*). Para el 2009 el área de siembra registrada por CONARROZ en la primera siembra fue de 34.683 ha y en la segunda siembra fue de 19.370 hectáreas.

En el país la producción de arroz cuenta con un rendimiento bajo, en promedio de 4 TM por hectárea y en las zonas más productivas con dificultades se alcanzan las 6 TM, esto debido principalmente por las condiciones agroecológicas de los lugares donde se cultiva. A pesar de los bajos

rendimientos, el país sigue siendo competitivo en la producción del grano, gracias a que se cuenta con un menor costo de producción por hectárea (Solera *et al.* 2006).

## 2.4 Variedades

Las especie *Oryza sativa* como tal, ha sido dividida en cuatro subespecies, estas son la *japonica*, *brevindica*, *brevis* Gustchin y la que utilizamos en Costa Rica que es la *indica*, la cual presenta cariopsis alargado, delgado, angosto y ligeramente aplanado, presentando una relación de largo a ancho de 3,1 a 3,5:1. Generalmente presenta aristas cortas y lisas y en ocasiones pueden estar ausentes, además presenta poca pubescencia en las hojas, con glumelas y tricomas cortos y delgados. Las hojas son de una coloración verde claro, y con frecuencia la hoja superior forma un ángulo agudo con el tallo (Grist 1975).

Entre las variedades hay algunas que presentan resistencias a plagas y enfermedades, otras toleran mejor las sequías o inundaciones así como hay otras que son más resistentes al acame; normalmente las variedades resistentes son de paja corta, aunque también se encuentran de paja larga, además es común que las variedades más resistentes contengan una banda de esclerénquima más ancha en las orillas, tienen más haces fibrovasculares y presentan una capa angosta de células esclerenquimatosas detrás de las cámaras de aire, enlazadas de forma suelta con vainas esclerenquimatosas de los haces que están dentro de las cavidades, además generalmente presentan un abundante follaje, tallos con contenidos altos de almidón y de maduración tardía (Grist 1975).

La variedad CER-09 presenta un buen rendimiento de granos, excelente calidad y sensibilidad moderada al exceso de hierro<sup>1</sup>.

Otras características de importancia de recalcar sobre la variedad en experimentación, es la resistencia al acame la cual se cataloga como

---

<sup>1</sup> Boniche, N. 2009. Descripción del manejo de una plantación de arroz a nivel comercial. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito.

moderadamente susceptible Otra característica que se puede presentar cuando la cosecha coincide con periodos de altas precipitaciones, es que el grano puede tender a germinar en la panícula. En cuanto a las enfermedades como la *Pyricularia* en la hoja se considera tolerante y a la fecha en la finca no se han registrado ataques; en cuanto a *Rhizoctonia* y Virus de la Hoja Blanca, la variedad se cataloga moderadamente susceptible, mientras que a la Sogata y al Complejo de manchado de grano se considera susceptible. La inserción con la hoja bandera es semierecta y la longitud de la panícula ronda los 21,7 cm, y entre las características para los granos pilados sin pulir, la longitud es de aproximadamente 6,89 mm, el ancho del grano es de 2,11mm y la relación largo/ancho es de 3,27 (ver características fenológicas en el Anexo 8.1).

Se ha observado por varios periodos de siembra que esta variedad presenta un alto rendimiento de entero y según datos de CONARROZ del periodo del 2007 al 2009 esta variedad se encuentra por debajo de la variedad CFX-18. A la vez en el mismo estudio se dice que los mayores rendimientos de entero fueron alcanzados con humedad cercanos al 20%, por encima de la base propuesta por el MEIC, mostrando de esta forma que la variedad CER-09 tiene una calidad molinera muy alta (CONARROZ 2009).

Se recomienda que sea utilizada por dos ciclos y luego se alterne, con el fin de evitar que la resistencia se traslade al arroz rojo (Tinoco 2009), además es catalogada como una variedad bastante productora, aunque su finalidad principal es ayudar a controlar el arroz rojo<sup>2</sup>.

La altura de la planta va de 95 a 105 cm de altura, se considera que presenta un muy buen macollamiento de entre 11 y 20 hijos, con un vigor inicial y máximo de macollamiento excelentes, con un periodo a cosecha de 105-115 días después de la emergencia. Presenta una ejerción de la espiga de moderada a buena y el peso de 1000 granos es de alrededor de 24,5 granos, lo

---

<sup>2</sup> Quirós, E. 2009. Descripción de la producción de arroz y de su manejo en la Finca el Cerrito. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito.

que se considera medio; en el momento de cosecha se presenta resistencia al desgrane, además de ser una variedad susceptible al acame, el cual se puede ver favorecido en la época de lluvia o con las aplicaciones de nitrógeno, además en condiciones de temporales a cosecha, se presenta el riesgo de que el grano puede germinarse en la panícula.

## **2.5 Problemas**

En Costa Rica como en muchos otros países, se encuentran a disposición una serie de variedades de arroz, las cuales son altamente productivas, pero a pesar de esto en muchos casos no se ha logrado obtener el máximo rendimiento de las mismas, producto de una fertilización inadecuada, cuando se realiza en forma desmedida, la cual en muchos casos puede ser aplicada en etapas fenológicas inadecuadas o dosis muy altas de nitrógeno, presentando efectos en los procesos fisiológicos como morfogénesis, crecimiento foliar, fotosíntesis y senescencia, además puede generar el acame de las plantas (Jaramillo *et al.* sf).

Como lo indica Grist (1975), el acame se puede dar a causa de condiciones ambientales que no se han adecuadas o por factores genéticos; en suelos con buenas características, el volcamiento parece ser causa de una baja relación de carbono:nitrógeno aumentando el crecimiento vegetativo seguido de la debilidad de la paja al tener paredes celulares más pequeñas, delgadas y un tejido mecánico muy reducido; además una baja disponibilidad de potasio puede incurrir en un debilitamiento del tejido.

Además puede ser causado por un bajo contenido de materia seca lo que genera la presencia de poca lignina y otros materiales de reserva, o puede provocar tallos delgados, esto también puede ser debido a una baja relación de carbohidratos: nitrógeno, sombra, exceso de nutrición, vientos fuertes o temperaturas elevadas.

Una serie de instituciones como el Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI: por sus siglas en inglés, International Rice Research Institute) han desarrollado durante décadas programas de mejoramiento genético en

diferentes aspectos con el fin de maximizar los rendimientos de las variedades utilizadas, principalmente contra plagas y enfermedades, así como contra el volcamiento; pero aparentemente gran cantidad de las variedades que se mejoran contra plagas y enfermedades presentan tallos débiles que las hacen susceptibles al acame presentando de esta manera una retroalimentación negativa (Chandler 1984).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG) ha evaluado la posibilidad de que la presencia de plagas, principalmente de suelo, puede influir en el acame, las cuales pueden dañar el sistema radical (MAG sf), y las enfermedades fungosas pueden afectar y debilitar los tallos (Grist 1975).

Se debe tratar de evitar utilizar variedades moderadamente susceptibles al volcamiento en campos con historial de ataques severos de dichos problemas (Acuña y Tinoco 2010).

En una comunicación personal, Chaves<sup>3</sup> y Tinoco<sup>45</sup>, consideran que, una densidad de plantas muy alta, así como una disminución en la cantidad de horas luz requeridas por la planta, son factores que generan una mayor elongación de las plantas, aumentando la distancia entre nudos y haciendo a las plantas más susceptibles al volcamiento.

El acame en arroz puede verse estimulado según el microclima en que se encuentra, ya que este puede dificultar la fotosíntesis, la absorción y translocación de nutrientes y agua produciendo de esta manera una disminución en el rendimiento. Esta disminución del rendimiento es más marcada en las plantas que se vuelcan al principio de la maduración, que en etapas posteriores y cuando el acame se da poco después de la floración hay mayores irregularidades en la formación de los granos, dando como resultado una mayor cantidad de granos vacíos y abortados. En caso de que el acame ocurra antes de la floración el rendimiento puede disminuir entre un 50 y 75% (Grist 1975).

---

<sup>3</sup> Chaves, G. 2009. Cultivo de arroz. (Comunicación personal). Santa Clara. San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<sup>4</sup> Tinoco, R. 2009. Arroz. (Comunicación personal). La Sabana. San José. INTA

Como lo indica el mismo autor se ha detectado que la etapa más susceptible al acame se da unas pocas semanas después de que se dé la floración, ya que en dicha etapa se agota el contenido de los granos de almidón de las células parenquimatosas del tallo. El acame en el arroz en secano se da principalmente en los tallos y en arroz inundado en las raíces.

El fotoperiodo también actúa sobre la elongación y altura de los tallos así como en el peso de la paja. Esto se da según la variedad que se utilice ya que en algunas variedades, el fotoperiodo no tiene efecto durante la elongación, que sufren antes de la fase reproductiva, mientras que en otras variedades si y se puede iniciar antes, bajo los efectos de fotoperiodos más cortos como los de 12 horas comparados con los de 18 horas. Además el peso de la paja también muestra un aumento cuando los fotoperiodos son más largos (Angladette 1969).

## **2.6 Posibles controles**

Durante años se ha intentado reducir el volcamiento en las plantaciones de arroz y entre lo que se ha implementado, se encuentra el uso de diversos productos agrícolas, como lo son los reguladores de crecimiento, entre ellos el etefón, el cual, en una dosis adecuada, puede reducir el tamaño del tallo evitando el volcamiento (Bravo 2009).

Se ha estudiado el efecto del Cerone<sup>®</sup> y Moddus<sup>®</sup> para determinar sus efectos sobre la variedad de arroz IACuba-25, en el trabajo se cita que tienen alguna influencia en la reducción del tallo (Mariña *et al.* 2004).

En algunos países europeos donde se cultiva arroz de variedades japónicas se utiliza el Prohexadione-Ca para regular el tamaño de las plantas, en estos casos se presentan resultados adecuados<sup>6</sup>.

Se han obtenido importantes resultados en la producción de uvas, manzanas y peras al aplicar la Prohexadione-Ca como regulador de crecimiento, este producto mejora la calidad de los frutos producidos y a la vez facilita las

---

<sup>6</sup> Invernizi, G. 2009. Descripción del uso de algunos productos en plantaciones arroceras Italianas. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito.

labores de cosecha, podas, aplicación de productos, entre otras (Vaquero *et al.* 2004).

Se ha comprobado que al aplicar Prohexadione-Ca en manzana se inhibe el crecimiento vegetativo, sin inducir cambios en el rendimiento y calidad del fruto. La inhibición de la longitud de brotes se puede ver acompañada por una disminución de la longitud de entrenudos, así como de una disminución del peso seco, y del índice de área foliar. Pero por el contrario, aumenta la radiación fotosintéticamente activa, la actividad fotosintética neta, la cantidad de clorofila por unidad de área foliar, el espesor, la retención de agua en los brotes y hojas, además de aumentar la concentración foliar de CO<sub>2</sub> y la conductancia estomática independientemente de la clorofila (Fraihat 2003).

La aplicación de Prohexadione-Ca induce un aumento de la concentración de calcio, magnesio, manganeso, cobre y zinc foliares; efecto que fue estable a lo largo de la temporada en que Fraihat (2003) desarrolló la investigación. Además este producto aumentó el flujo de exportación de nitrógeno foliar hacia los demás órganos. Dependiendo de la variedad y condiciones experimentales, se han observado aumentos de carbohidratos solubles como el sorbitol en hojas, frutos y brotes (Fraihat 2003).

En estudios realizados por Ortiz y García (2002) con el ácido giberélico, pudieron observar aumentos significativos en la longitud de las plantas de arroz al suministrar diversas dosis de este compuesto.

Entre los métodos que se utilizan para evitar el volcamiento se encuentra el manejo de la fertilización, controlando principalmente el nitrógeno, con el fin de evitar un crecimiento exagerado del tallo, que genere una mayor distancia entre nudos, debilitando la planta, así como aplicar una concentración adecuada de calcio para tratar de fortalecer la pared celular (Jaramillo *et al.* sf.). Para efectuar una adecuada fertilización se debe realizar un análisis de suelo y buscar un nivel apropiado, tanto de elementos mayores (N-P-K), como de elementos menores (Franquet y Borrás 2006).

En forma práctica, se ha determinado que se pueden realizar mediciones semanales de la altura de la planta a fin de determinar el crecimiento diario promedio (en centímetros), así como emplear tablas de color para calcular y comparar la coloración de la planta y de esta manera el contenido de clorofila. Estas mediciones, se utilizan como una guía práctica para el manejo de la fertilización y se recomienda que se realicen a partir de los 8 días de la emergencia y hasta los 40 a 42 días después de emergencia (DDE), ya que es el periodo en el que se debería aplicar la totalidad de la fertilización nitrogenada en la variedad CER-09. Si luego de la primera fertilización se determina que el crecimiento es muy acelerado ( $>1.7$  centímetros diarios) y la coloración es adecuada, en la siguiente fertilización se recomienda reducir ligeramente el nitrógeno a aplicar según el programa de fertilización. Por el contrario, si el crecimiento es lento ( $<1.25$  centímetros diarios) y la coloración es amarillenta, se debería incrementar la cantidad de nitrógeno a aplicar.

Además, se han generado diversas variedades mejoradas, a las cuales se les ha insertado un gen de semienanismo, aportando resultados al evitar el volcamiento y por ende, aumentando la producción (Jennings *et al.* 2002).

Se debe procurar sembrar en fechas, que según el ciclo del cultivo y cada región en particular, se pueda realizar la labor de cosecha en la época de menor lluvia, así como en aquellas donde no se den ráfagas de viento muy fuertes (Acuña y Tinoco 2010).

En algunos casos se asocia genéticamente el carácter de la paja con el ahijamiento y el periodo de maduración. Es factible que la tolerancia al acame sea mayor con poco ahijamiento y un periodo de maduración prolongado, sin haber relación entre el tipo de paja y la altura. No obstante una paja resistente y de poca longitud en los primeros dos entrenudos, puede ser visto como una resistencia del tallo en las variedades de arroz para seco, mientras que el grosor de las paredes del culmo y las células de esclerénquima en los dos primeros entrenudos genera resistencia al acame tanto en arroz inundado como en seco (Grist 1975). Estos son aspectos que se deben considerar al realizar

mejoramiento genético considerando la forma en que se reflejan en otras variables como la producción.

Se debe evitar altas densidades de siembra, para la variedad CER-09, se recomienda que se utilice una densidad bien distribuida entre 160 y no mayor de 270 plántulas/m<sup>2</sup> al estado de cuatro hojas. Con las prácticas de manejo actuales de preparación y siembra se ha observado que usando entre 115 y 138 kilos/ha de semilla (2.5 y 3.0 quintales/ha) se pueden obtener estas densidades, aunque estos valores pueden variar según las condiciones de la finca, así como el método de siembra que se utilice<sup>7</sup>.

La preparación del terreno y método de siembra pueden influir aumentando o disminuyendo el acame. Un suelo mal preparado puede aumentar el problema. Además se debe tratar de realizar la siembra de forma que se promueva un rápido y adecuado desarrollo radicular que ayuda a un buen anclaje de la planta en el suelo (Franquet y Borrás 2006).

Seguidamente se citan algunos factores a considerar bajo diferentes modalidades de siembra:

#### **a) Siembras con sembradoras**

Cuando se cuenta con el equipo requerido y las condiciones climáticas lo permiten, el método de siembra con sembradora convencional es considerado como el más adecuado, cuando se emplean variedades moderadamente susceptibles al volcamiento<sup>8</sup>.

#### **b) Siembra al voleo con semilla seca**

Se recomienda para usar esta metodología, que se presente una muy buena preparación del terreno y posterior al voleo tratar de taparla e incorporarla

---

<sup>7,8</sup> Boniche, N. 2009. Descripción del manejo de una plantación de arroz a nivel comercial. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito.

al suelo, para promover un mejor desarrollo radicular y mejor anclaje de las plantas (Acuña y Tinoco 2010).

### **c) Siembra de arroz al voleo en suelos preparado por fangueo**

Cuando dicho método de siembra es empleado, se debe tratar de que la semilla se incorpore al suelo para promover un buen anclaje y soporte de la planta. Para este fin se recomienda sembrar cuando el suelo se encuentra en suspensión en el agua, logrando así que la semilla quede cubierta por el suelo<sup>9</sup>.

La lámina de agua es uno de los factores que más pueden influir en el volcamiento del arroz de riego; por ello se recomienda en siembras con sembradora o al voleo con semilla seca, el uso de riegos rápidos después de la siembra, con el fin de estimular el desarrollo radicular y tratar de mejorar el soporte a la planta. Y no es recomendable establecer la lámina de agua, antes de los 25 días después de la emergencia (Acuña y Tinoco 2010). Si por las condiciones climáticas se presentan lluvias se recomienda manejar el cultivo con las lluvias y no con lámina de agua<sup>10</sup>.

Se recomienda que se trabaje con la lámina de agua lo más bajo posible con la finalidad de evitar la etiolación y el debilitamiento de los tallos, así como el ataque por enfermedades. Bajo condiciones de temporal o fuertes precipitaciones, se debe tratar de evitar las inundaciones a través del manejo de drenajes. El manejo adecuado de una lámina de agua es un factor primordial en siembras al voleo en terrenos preparados por fangueo y se recomienda no utilizar variedades moderadamente susceptibles al volcamiento en arroces de riego, en campos que presenten problemas de nivelación y en los cuales no se pueda controlar adecuadamente el nivel de la lámina de agua (Franquet y Borrás 2006).

---

<sup>9,10</sup> Boniche, N. 2009. Descripción del manejo de una plantación de arroz a nivel comercial. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito

Además un adecuado control de malezas, con aplicaciones tempranas y la elaboración de las otras prácticas de manejo mencionadas, tienden a reducir la posibilidad de acame. Se debe tener presente que las variedades de arroz que se han generado que son resistentes al grupo de las imidazolinonas, son resistentes a los herbicidas en todas las etapas de desarrollo. Por ello las aplicaciones de herbicidas se pueden realizar desde etapas muy tempranas (estado de aguja), así como aplicaciones de rescate en etapas más tardías y de esta forma, cuando la incidencia de malezas es alta en un campo, la primera aplicación podría adelantarse ligeramente. Ello elimina las malezas para el arroz durante el periodo crítico de competencia, creándose condiciones adecuadas para el establecimiento y desarrollo del cultivo (Acuña y Tinoco 2010).

## **2.7 Definición de los reguladores**

Las hormonas son sustancias sintetizadas en la planta que se translocan a lugares específicos, donde en bajas concentraciones son capaces de producir diversos efectos en el desarrollo de las plantas (Bosquez 2008).

Los reguladores de crecimiento son compuestos sintetizados por el hombre, (diferentes a los nutrientes), en pequeñas cantidades y por la naturaleza o estructura de su molécula estimulan, inhiben o modifican el desarrollo de las plantas. Algunos reguladores del crecimiento son: auxinas (AIA, ácido indolacético) y 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético), citoquininas (BAP, bencilamino purina, y la quinetina), giberelinas las cuales, en comparación con las dos anteriores se usan en pequeñas cantidades, siendo las principales el GA3, etileno, ácido absólico, inhibidores y poliaminas (Torres y Montero 2009).

Estas sustancias se utilizan en la agricultura con el fin de obtener diversos resultados, ya que según en la etapa que se apliquen, así como las concentraciones en las que se suministre, un mismo ingrediente activo puede generar distintos efectos sobre la planta (Sánchez sf.).

Existen varios reguladores de crecimiento, naturales o artificiales, los cuales presentan diversos efectos en las plantas, tales como la estimulación de

raíces, elongación y división celular, así como podrían generar efectos contrarios, entre otros (Srivastava 2001).

## **2.8 Descripción de los reguladores**

### **2.8.1 Auxinas**

Son derivados de fenoles y todos son ácidos, presentan un efecto en el crecimiento de las plantas a las que se les aplique, como puede ser el tropismo, dominancia apical, abscisión y rizogénesis (Bosquez 2008).

Las auxinas estimulan la elongación celular, formación de raíces adventicias y en bajas concentraciones inhiben el desarrollo de las mismas, promueven la dominancia apical, inducen la floración y la diferenciación vascular, además de retardar la abscisión de hojas, flores y frutos jóvenes. Producen la acidificación de las paredes celulares, e incluso puede presentar efectos herbicidas en las plantas (Soberón *et al.* 2008; Salisbury y Ross 1994).

Favorecen además los tropismos que son los cambios que experimentan las plantas ante un estímulo como la luz. En el caso de las auxinas su mecanismo de acción depende de los lugares con mayor longitud de onda azul, es donde se da un aumento en las concentraciones de esta sustancia y es hacia esa zona donde se dirige el desarrollo de la planta, de forma similar ocurre con el gravitropismo y el desarrollo radical (Maceda y Gonzáles 2008).

### **2.8.2 Giberelinas**

Según Zeiger y compañía (2007) las giberelinas participan en la división celular así como en la elongación, esto como una respuesta a aplicaciones exógenas.

Las giberelinas tienen su función esencial en el crecimiento, como las auxinas y entre sus efectos fisiológicos está la elongación de los tallos como efecto principal, también coinciden en otros efectos como la estimulación en la germinación de las semillas, en la dormancia y en cereales, ayudan a movilizar las reservas para el crecimiento inicial de la plántula, pueden inducir la formación

de frutos de fertilización (partenocarpia), y ayudar a contrarrestar el efecto climático de ciertas plantas en condiciones que no sean las idóneas para su desarrollo tales como luminosidad o temperatura, además de ayudar a controlar la senescencia de las hojas y frutos principalmente en cítricos (Salisbury y Ross 1994; Soberón *et al.* 2008).

La elongación ocasionada por las giberelinas puede producir efectos secundarios en las plantas tales como una reducción en el grosor de los tallos, una reducción de las hojas de la planta y una disminución de la intensidad de la coloración verde en la planta (Zeiger y Taiz 2007).

Como lo indican Zeiger y Taiz (2007) el punto de acción de las giberelinas es el meristemo intercalar, el cual se encuentra próximo a la base del entrenudo que está en crecimiento, por debajo y encima del mismo. Y se ha logrado observar que a pesar de la gran influencia de las giberelinas en el tallo, en las raíces no se genera ningún efecto directo sobre su desarrollo.

La biosíntesis de giberelinas se puede dividir en tres etapas, las cuales se llevan a cabo en diferentes compartimentos celulares, la primera es conocida como producción de precursores terpenoides y ent-kaureno en los plastos, en la segunda etapa se dan las reacciones de oxidación en el retículo endoplasmático, se forman  $GA_{12}$  y  $GA_{53}$  y en la última etapa se da la formación de otras giberelinas a partir de  $GA_{12}$  ó  $GA_{53}$  en el citosol (Zeiger y Taiz 2007).

Las giberelinas se encuentran en cantidades abundantes en órganos jóvenes y puntos de crecimiento vegetal, estas sustancias se pueden movilizar libremente por la planta, aunque es común que estén muy localizadas y parece ser que el transporte de esta sustancia es pasivo (Salisbury y Ross 1994; Maceda y González 2008).

Se sabe que el crecimiento de las plantas, no sólo está determinado por la absorción de sustancias minerales a través de las raíces y a través de hidratos de carbono sintetizados en las hojas de las plantas, sino también por ciertas sustancias químicas que actúan como agentes específicos y correlacionan el crecimiento entre las diversas partes de la planta. Estos agentes son las

hormonas vegetales o fitohormonas, las cuales son sustancias orgánicas que se producen dentro de la planta y que en bajas concentraciones promueven, inhiben o modifican cualitativamente el crecimiento (Pierik 1990).

### **2.8.3 Citoquininas**

Son el grupo más reducido, entre los efectos, también se encuentra el crecimiento, dominancia apical, además de la diferenciación, morfogénesis y senescencia (Bosquez 2008).

Participan en la división celular y tienen sus efectos fisiológicos, entre ellos la formación y crecimiento de brotes laterales, estimulan la movilización de nutrientes hacia las hojas, promueven la germinación de las semillas y desarrollo de los brotes, así como la maduración de los cloroplastos, participan en la expansión celular y retrasan la senescencia de las hojas, estas últimas se sintetizan en los meristemas apicales de las raíces, en los tejidos embrionarios y en las frutas. El transporte se lleva a cabo vía acropétala, desde el ápice de la raíz hasta los tallos, a través del xilema (Salisbury y Ross 1994; Soberón *et al.* 2008).

### **2.8.4 Etileno**

Es la única hormona vegetal que se conoce y que se encuentra en estado gaseoso en condiciones normales de presión y temperatura, pequeñas cantidades de este gas pueden provocar senescencia, abscisión de las hojas y maduración de algunos frutos. En estudios se ha visto que esta hormona vegetal estimula el crecimiento de raíces, provoca la inhibición de la movilización de auxinas en el interior de la planta y puede estimular la síntesis de ciertas enzimas o la liberación de otras ya formadas, como en los granos de algunos cereales durante la maduración, además de eliminar la dormancia de las yemas y órganos vegetativos (Maceda y González 2008). Este gas también puede promover el alargamiento de las células del lado superior, lo que resultaría en una disminución en la elongación de tallos y raíces de las plantas, brindándoles a la vez mayor grosor (Salisbury y Ross 1994).

Este compuesto se sintetiza principalmente en flores y frutos y entre mayor es la maduración que estos van alcanzando mayor es la cantidad de etileno que se produce, lo mismo ocurre bajo condiciones de estrés (Maceda y Gonzáles 2008).

## **2.9 Descripción de los productos disponibles**

a) Trinexapac etil (Moddus<sup>®</sup>, Syngenta): pertenece al grupo químico del ciclohexamodiona y es absorbido por las hojas y brotes, siendo luego translocado vía floema a las áreas de actividad meristemáticas donde inhibe la síntesis del ácido giberélico y por consecuencia, la elongación de los entrenudos, produciendo tallos más cortos y gruesos y a la vez genera una mayor translocación a los granos y no al tallo; esto lo hace un producto sistémico. Además ayuda a obtener un mayor desarrollo radical maximizando la capacidad de absorción de agua y otros nutrientes, a la vez de mejorar el anclaje de la planta al suelo, produce un mayor número de macollas y tallos efectivos en un área determinada, aumentando la productividad<sup>11</sup>.

Este producto no debe ser aplicado en plantas en condiciones de estrés, o que se encuentren débiles o enfermas, porque se puede presentar fitotoxicidad en ciertas variedades, aunque si se aplica según las recomendaciones no se deberían presentar este tipo de problemas.

Para el cultivo de arroz se recomienda que sea aplicado entre el inicio y final de la fase de elongación, cabe recalcar que los resultados esperados por el producto son optimizados cuando el cultivo se encuentra en crecimiento activo o está en condiciones soleadas.

b) Prohexadione-Ca (Prohexadione-Cálcica) en combinación con un coadyuvante. Es aplicado en forma foliar y es absorbido por tejidos verdes durante las 4 horas posteriores a la aplicación, este producto ayuda a reducir la distancia de los entrenudos, frenando el crecimiento de los brotes. La Prohexadione cálcica es un regulador del crecimiento el cual actúa como una

---

<sup>11</sup> Tamayo, L. 2010. Charla sobre el regulador de crecimiento Moddus de Syngenta. (Comunicación personal y correo electrónico). Finca el Cerrito. Guardia. Liberia. Guanacaste.

estructura similar al 2-oxoglutarato compitiendo de esta forma por el sitio activo de las enzimas hidrolasas, las cuales participan en la biosíntesis de la hormona de crecimiento, con lo que se puede modificar el desarrollo de las plantas a las que se les aplica el regulador, reduciendo el tamaño además de aumentar el grosor de la pared celular ayudando a evitar el ataque de plagas y enfermedades además de presentar algún efecto en la inhibición de etileno (Vaquero *et al.* 2004).

En la biosíntesis de las giberelinas, este regulador, basaría su acción en la inhibición de la hidroxilación 3 $\beta$ , lo que conllevaría a una reducción de los niveles de la GA1 (activa), provocando una acumulación de su precursor GA20 (inactiva) lo cual se expresa en las plantas como una reducción en el tamaño de los brotes, por un acortamiento de los entrenudos (Atucha 2006).

En la planta empieza a actuar aproximadamente 24 horas post aplicación. Una vez disuelto el producto se recomienda realizar la aplicación foliar con la mayor cantidad de solución que la planta pueda recibir, sin que se produzca goteo, mejorando así la absorción y eficacia del producto (Atucha 2006).

La Proexadione-Ca se degrada en las plantas alrededor de 4 ó 5 semanas de su aplicación y en el suelo le lleva horas degradarse principalmente en dióxido de carbono (Atucha 2006).

Otras de las funciones que se presentan en la etiqueta de este producto son una mejor relación entre el desarrollo vegetativo y el llenado de fruto, facilita las labores prácticas del cultivo y permite obtener un mayor aprovechamiento de otros productos que se apliquen.

c) Ácido 2-(cloroetil) fosfónico (Cerone®, Bayer): es un compuesto organofosforado que regula el crecimiento y acelera la maduración temprana de frutos en varios cultivos, al liberar una hormona natural a base de etileno en los tejidos vegetales provocando la inducción de la floración, fructificación y flujo de látex al modificar las auxinas (Bayer 2007). Es un producto sistémico, y en el caso de arroz ayuda a reducir el tamaño del tallo y hacerlo más lignificado y mejora el número de panículas, además de mejorar la fertilidad.

Asimismo, la aplicación de forma temprana en cereales induce la formación de un mayor y mejor macollamiento, reduce el número de espigas con granos vano, dando plantas con espigas de mayor peso en granos, pero para obtener los resultados esperados se debe considerar la etapa de crecimiento en que se encuentra el cultivo al momento de la aplicación (Bayer 2007).

d) Extractos de plantas y una mezcla de bacterias (*Azotobacteria*, *Bacillus* y *Clostridium*) (Foliar Blend<sup>®</sup>, Agri-Gro): se puede aplicar en forma foliar o al suelo, con lo que se ayuda a mejorar la actividad microbiana del suelo y se beneficia la planta, mejorando la producción y resistencia de los frutos. También se presentan mejoras en la absorción de agua y nutrientes.

En Missouri (USA) se ha observado en el cultivo de arroz un incremento promedio de 327,75 kg/ha. Este producto contiene en su composición ácido salicílico que actúa como activador de las defensas de plantas contra hongos, virus, bacterias, nematodos e insectos, además contiene Nitrógeno (0.11%), Potasio (0.11%), Molibdeno (0.11%) y Caldo de Cultivo (96.67%)<sup>12</sup>.

Al ser un compuesto bacterial estabilizado puede ser incorporado a un plan de fertilización o sanidad convencional para potencializar la absorción de nutrientes y para fortalecer los procesos de síntesis proteica, el crecimiento de las plantas, la formación de raíces y aumenta su penetración hasta un 50%. Aplicando dosis fraccionadas durante el ciclo de fertilización, Foliar Blend mantiene las plantas y el ambiente del suelo alterados con la nutrición y defensas que necesitan para una mejor producción a menor costo, además de no ser dañino para el ambiente. Si se requiere aplicar en arroz se recomienda una dosis de tres litros por hectárea en aplicaciones fraccionadas con la fertilización<sup>13</sup>.

---

<sup>12, 13</sup> Helwig, F. 2009. Panfleto de información del producto. (agrigo@racsa.co.cr). AgriGro CR, S.A

## **2.10 Posibles ventajas**

Los reguladores de crecimiento por sus diversos efectos en la planta, además de la posibilidad de reducir el rendimiento de producción de las plantas, también pueden aumentarlo, ya sea según su efecto por un mayor índice de macollamiento, más panículas o de mayor tamaño o granos más pesados, entre otras, además puede que mejore la calidad molinera o se mantenga, esto se confirma por el trabajo realizado por (Ortiz y García 2002), y confirmado por (Bravo 2009).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la Finca el Cerrito, ubicada en la Región Chorotega de Costa Rica, específicamente en el distrito de Guardia en el cantón de Liberia, Guanacaste. La finca se dedica a la producción y comercialización de arroz (*Oryza sativa*) y cuenta con alrededor de 1100 hectáreas dedicadas a su cultivo.



Figura 12. Ubicación de Guardia, Liberia, Guanacaste, sitio donde se encuentra ubicada la Finca el Cerrito (Delfina Travel Group Inc. 2010).

La zona se encuentra ubicada alrededor de los 50 msnm, con una temperatura promedio 30,5°C (mínima de 19°C y máxima de 35°C), la velocidad normal del viento es de 19,7 km/h, con ráfagas de hasta 55,3 Km/h.

### **3.2 Periodo de evaluación**

El periodo dedicado para la evaluación del proyecto, fue comprendido entre junio y diciembre del 2009, con una repetición hacia finales de octubre y principios de diciembre. Este periodo de evaluación se dió entre los 21 días después de la siembra, hasta la cosecha (alrededor de 107 días) según la maduración del grano y las condiciones climáticas. Durante tal lapso, se realizó la labor de campo en donde se hicieron las aplicaciones correspondientes de los productos, y se recolectaron los datos en forma quincenal en el área experimental asignada.

### **3.3 Material experimental**

#### **3.3.1 Cultivo**

Este material vegetativo experimental es el correspondiente a la variedad CER-09, a la cual se le hicieron las aplicaciones de los tratamientos y las evaluaciones correspondientes.

### **3.4 Tratamientos**

En todos los tratamientos se utilizó la combinación del manejo normal de la finca, compuesto por una siembra con boleadora desde una avioneta, con una densidad de tres quintales de semilla por hectárea. Para la fertilización se utilizó abono de siembra (9-23-30) en 3,5 quintales por hectárea, además se aplicaron dos fertilizaciones nitrogenadas (Sulfato de Amonio), programadas a los 25 y a los 50 días.

En la finca se maneja una lámina de agua permanente desde que el cultivo está en capacidad de tolerar el anegamiento, hasta el momento de cosecha, con un promedio de 15 cm de alto; para el manejo de malezas se emplearon herbicidas de un novedoso sistema de control de malezas a base de productos postemergentes compuestos por imidazolinonas y benzotiadiazinas. El control de plagas y enfermedades se realizó de acuerdo a su aparición, con productos que ejercieran un control sobre estas.

Junto al manejo normal de la finca se realizaron aplicaciones de los siguientes productos agrícolas (Cuadro 2):

Cuadro 2. Descripción de tratamientos en el uso de distintos productos agrícolas para minimizar el acame en arroz. (Finca Cerrito, Guardia, 2009.)

Tratamiento	Detalle	Momento de aplicación	Dosis
1	Prohexadione-Ca + Manejo Finca	Macollamiento, 36 días	200g/ha
2	Ácido 2-(cloroetil) fosfónico (Cerone <sup>®</sup> ) + Manejo Finca	Macollamiento, 36 días	500cc/ha
3	Testigo (Manejo Finca)	Descrito anteriormente	
4	Extractos de plantas y bacterias (Foliar Blend <sup>®</sup> ) + Manejo Finca	Macollamiento, 21 y 36 días	2 L/ha
5	Trinexapac-etil (Moddus <sup>®</sup> ) + Manejo Finca	Inicio de macollamiento, 21 días	600cc/ha

La aplicación de los productos se realizó por aspersion con una bomba de espalda, la cual se equipó con una boquilla 8002.

Los volúmenes de agua utilizadas para la aplicación de los reguladores fue de 200 litros ha<sup>-1</sup>. Junto con el Prohexadione-Ca se utilizó un coadyuvante a una dosis de 300 cc ha<sup>-1</sup>.

### 3.5 Área experimental

Se utilizaron parcelas de 5 x 5 metros para cada tratamiento, distribuidas en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. El área experimental comprendió un área de 500 metros cuadrados.

Las parcelas útiles fueron de 16 m<sup>2</sup>, considerando un metro extra en cada parcela más un metro entre parcelas para evitar el efecto de la deriva.

### 3.6 Descripción del sitio experimental y de la plantación

La práctica se realizó en el lote que lleva el nombre Micos, el cual tiene un área de 173 hectáreas, dividido en nueve terrazas de tamaños variables, la terraza utilizada fue la 7A con un área de 12,8 hectáreas, con el bancal 3, cuya área es de 5,2 ha. Los suelos son sonsocuitles, arcillosos 2:1, muy pegajosos y se saturan fácilmente (Figura 13).

El sitio experimental se ubicó en un lote de los más céntricos de la finca de la plantación de arroz comercial. La topografía es muy regular.

El sitio de experimentación se referenció con Sistema de Posicionamiento Global (GPS), quedando en la coordenadas N 10°28'26.0" y W 085°31'31.8". La altura a la que se realizó la investigación fue de 24 metros sobre el nivel del mar.



Figura 13. Croquis de la Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Calderón, W. 2010. Consulta y búsqueda de información de la finca. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito.

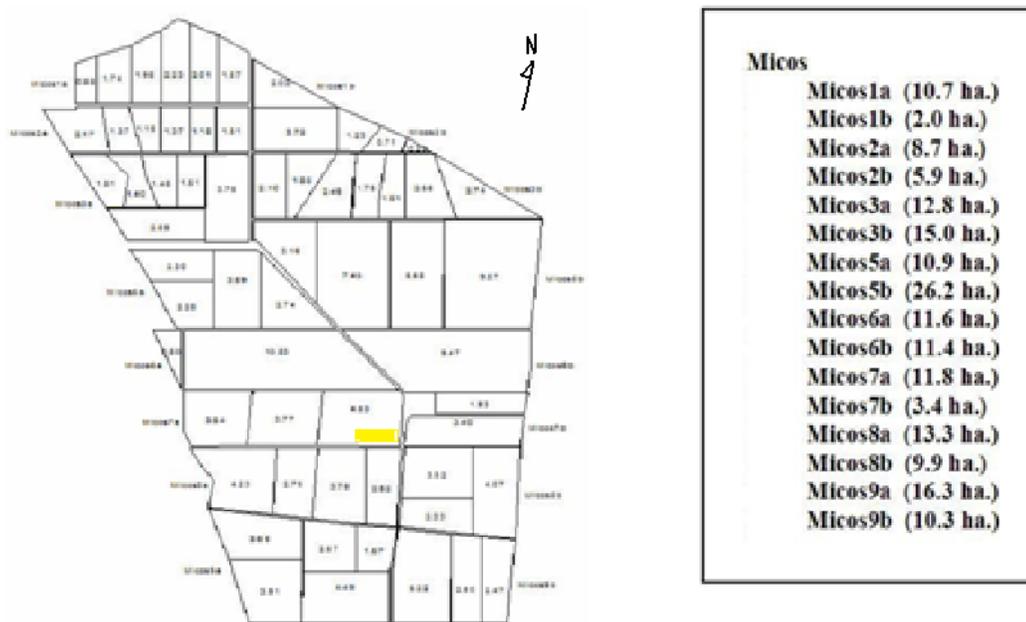


Figura 14. Croquis del Lote Micos de Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.<sup>15</sup>

### 3.7 Variables a estudiar

#### 3.7.1 Volcamiento

✓ Volcamiento: la medición de esta variable, se realizó de manera visual con una escala de 1-100%, al momento de la cosecha de arroz. Para facilitar dicha labor se dividió la parcela en cuatro segmentos equivalentes a un 25% de la parcela cada uno y así estimar más certeramente el acame.

#### 3.7.2 Reguladores de crecimiento en relación a la biomasa

✓ Peso seco: cada 15 días se recolectaron plantas en cada una de repeticiones, con una cuadrícula de 25cm x 25cm lanzada al azar en la parte de la parcela designada como destructiva, a las muestras se les lavó la raíz cuidadosamente, posteriormente las plantas fueron separadas en la raíz, pesando por separado la parte herbácea y la panícula; y las raíces, para luego

<sup>15</sup> Calderón, W. 2010. Consulta y búsqueda de información de la finca. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito.

colocarlas en una bolsa de papel y colocarlas en un horno de convección por 72 horas, para obtener el peso seco de cada muestra. De dicha muestra se extrajeron diez plantas que fueron a las que se les realizó el peso fresco y (raíz, hojas, panícula).

✓ Índice de crecimiento absoluto (ICA): Esta variable se calculó utilizando la fórmula:  $(P2/T2)-(P1/T1)$ , en donde: P=peso seco de toda la planta y T= tiempo.

### **3.7.3 Reguladores de crecimiento en relación a los tallos**

✓ Índice de macollamiento: se seleccionaron las plantas en una cuadrícula de 25cm x 25cm colocada al azar y se contó el número de hijos de la planta al momento de la aplicación y al momento de la cosecha. Se utilizó la fórmula  $(PF-PI)/PI$ , para calcular el índice, donde PF es población final y PI es población inicial.

### **3.7.4 Reguladores de crecimiento en relación a la biomasa y desarrollo**

✓ Altura de planta: se midió en centímetros desde el suelo hasta la punta de la hoja más alta (hoja bandera) o la punta de la panícula, y esto dependió de la etapa fenológica en que se llevó a cabo el muestreo, el cual se realizó cada 15 días. El dato que se reportó corresponde al promedio de las mediciones realizadas desde el momento en que se aplicaron los tratamientos a la cosecha. Se midió el 1% de las plantas en cada parcela útil.

### **3.7.5 Reguladores de crecimiento en relación a la producción**

✓ Rendimiento en granza (kg/ha): para la toma de datos en cuanto al rendimiento esperado, se cosechó de forma manual un área de un metro cuadrado por cada parcela, posteriormente se separaron los granos de la panícula y se pesaron; durante la recolección y el transporte de las espigas, algunos de los granos se desprendieron a pesar del cuidado en su manejo, lo que permitió pesar los granos sueltos por separado de los que tuvieron

que ser separados manualmente, esto con la finalidad de tratar de determinar si alguno o algunos de los productos favorecieron el desprendimiento de los granos y en qué nivel se pudo presentar dicho efecto.

✓ Peso de 1000 granos: se contaron y pesaron en seco 1000 granos en granza por cada una de las parcelas; además de los excesos pilados que se obtuvieron en el laboratorio de CONARROZ se contaron mil granos pilados y también se pesaron estos para obtener un indicador de rendimiento.

### **3.7.6 Reguladores de crecimiento en relación a la calidad molinera**

✓ Calidad molinera: en esta variable se incluyó el rendimiento de molino y el índice de pilada. Para su medición se tomaron muestras de arroz de las cuatro parcelas que contenían el mismo producto, posteriormente se mezclaron, homogenizaron y luego se colocó en dos bolsas de dos kilogramos por cada tratamiento. Además se cosechó arroz en el lote donde se encontraban las parcelas con la finalidad de obtener un testigo absoluto, la evaluación de dichos parámetros se llevó a cabo una vez que el arroz estuvo listo para ser cosechado y se analizaron en el laboratorio de Control de la Calidad de la Oficina del Arroz.

✓ El análisis de las muestras llevadas al laboratorio se llevó a cabo bajo las normas del Reglamento Técnico del Arroz en Granza del MEIC (Decreto N° 34487-MEIC-MAG-S) (Ver anexo 8.4).

✓ Análisis económico: Se evaluó el valor del saco seco y limpio y el rendimiento por hectárea. Además se obtuvo el costo de la aplicación y el valor de los productos para una hectárea y de esta forma se logró obtener el beneficio económico extra por hectárea.

### **3.7.7 Reguladores de crecimiento y parámetros climáticos**

✓ Adicionalmente se analizaron las variables climáticas, en la cual los datos respectivos fueron brindados por la empresa Del Monte en Filadelfia, Guanacaste, sita aproximadamente a 10 kilómetros en sentido sur. Las variables consideradas fueron precipitación (mm), temperaturas (máxima y

mínima, °C), humedad relativa (%), velocidad del viento (km/h), evapotranspiración (mm) y radiación solar (wat/m<sup>2</sup>).

✓ La cosecha de esta variedad de arroz es teóricamente a los 105 días después de la siembra y para efectos de esta investigación se mantuvo un margen en caso de que el momento óptimo de la cosecha se viera afectado por alguna variable climática.

### **3.8 Diseño y unidades experimentales**

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el diseño completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable dependiente (observación)

$\mu$  = Media de la población

$T_i$  = Efecto de la i-ésimo regulador de crecimiento

$\epsilon_{ij}$  = Error Experimental

Los datos obtenidos se analizaron mediante el programa estadístico Infostat, además se realizaron gráficos en Excel y se procesaron los datos de laboratorio para su interpretación.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto de los reguladores de crecimiento sobre el crecimiento

#### 4.1.1 Peso seco

Para cuantificar el crecimiento de las plantas se desarrolló una curva de crecimiento utilizando para este fin los datos de peso seco. En la Figura 15 se presenta el comportamiento de la curva de crecimiento de arroz durante su ciclo. Este comportamiento fue muy similar entre el tratamiento testigo y los tratamientos integrados por los productos agrícolas utilizados. La curva de crecimiento presentó un incremento en el peso seco desde los 21 hasta los 81 días después de la siembra (dds), posterior a este momento, se da un decrecimiento tanto en el testigo como en los tratamientos donde se incluye el Moddus<sup>®</sup>, el Cerone<sup>®</sup> y el Prohexadione-Ca, mientras que el Foliar Blend<sup>®</sup> continúa incrementando su producción de materia seca. Este comportamiento puede deberse a que en este momento la planta se encuentre en el periodo de llenado de granos, por lo que transporta los asimilados a los granos dejando de lado el crecimiento de la planta (Labrín 2007 y Alfaro 2008). El comportamiento de esta curva de crecimiento para el testigo y los reguladores de crecimiento, excepto el Foliar Blend<sup>®</sup> al final del ciclo, es muy similar al descrito por Bertsch (2003), para varias variedades de arroz.

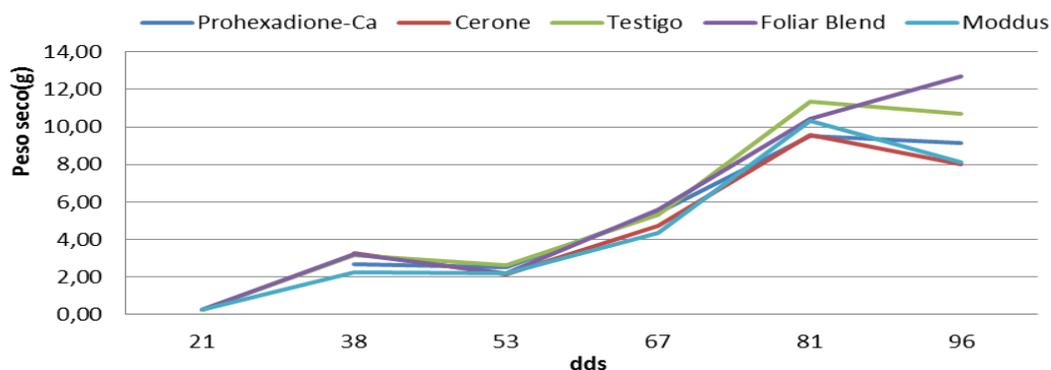


Figura 15. Efecto de los tratamientos sobre el peso seco total de arroz. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

Al aplicar los reguladores de crecimiento el comportamiento en el incremento de la materia seca fue muy similar para todos los tratamientos, aunque las plantas tratadas con Moddus<sup>®</sup> presentaron los menores niveles de peso de los 21 a los 38 dds, posteriormente esta diferencia desaparece. De los 81 a los 96 dds (muestreo final), el Moddus<sup>®</sup>, el Cerone<sup>®</sup> y el Prohexadione-Ca decrecieron más rápido que como lo hizo el Testigo, mientras que el Foliar Blend<sup>®</sup> continuó aumentando (Figura 15).

Este comportamiento se pudo deber a que los tratamientos con Prohexadione-Ca, Cerone<sup>®</sup> y Moddus<sup>®</sup>, llegan a un punto en el cual la planta empieza a senescer. De acuerdo a lo observado al momento de la cosecha estos tratamientos presentaron una mayor facilidad de desgrane, el cual se asocia con la senescencia, por lo tanto estos reguladores de crecimiento pudieron provocar una anticipación de la cosecha. Este comportamiento no ocurre con el Foliar Blend<sup>®</sup>, esto se podría explicar ya que este tratamiento mejora la actividad microbiana del suelo, facilitando la absorción de nutrientes y de agua; además contiene Nitrógeno (0.11%), Potasio (0.11%) y Molibdeno (0.11%)<sup>16</sup>, lo cual incorpora nutrientes a las plantas, provocando este continuo crecimiento, lo cual podría retardar la producción de flores y granos, esto se da ya que las giberelinas retrasan la senescencia y el Foliar Blend<sup>®</sup> no presenta ningún efecto sobre estas (Salisbury y Ross 1994).

Otra variable sobre el efecto estimulante del Foliar Blend<sup>®</sup> sobre el crecimiento de la planta, fue el peso seco de la panícula (Figura 16), el cual se incrementa para este tratamiento y el testigo, no así para el resto de los tratamientos.

Esto se puede asociar a que las plantas tratadas con el Foliar Blend<sup>®</sup> tuvieron un mayor crecimiento vegetativo, debido a la facilidad de absorción de nutrientes y a la incorporación de minerales de este producto, la cual provocaría una mayor acumulación de foto asimilados en la panícula.

---

<sup>16</sup> Helwig, F. 2009. Panfleto de información del producto. (agrigro@racsa.co.cr). AgriGro CR, S.A

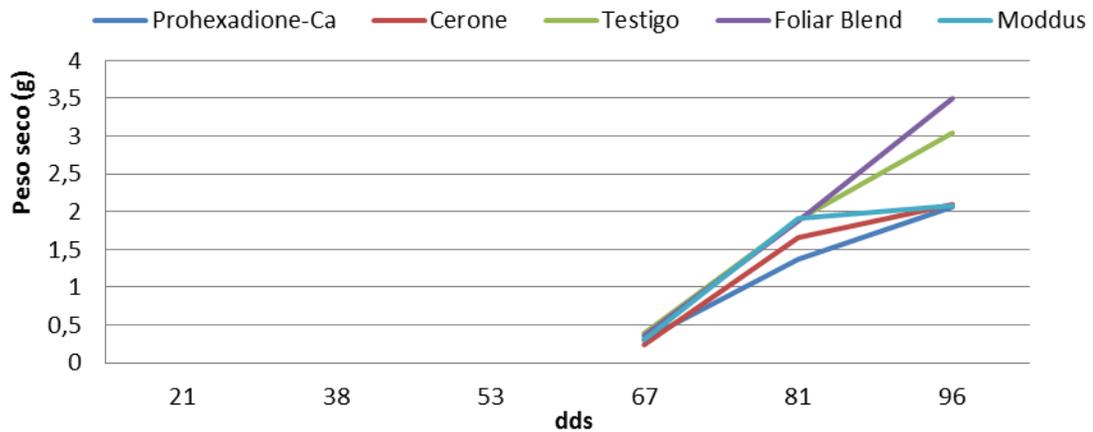


Figura 16. Efecto de los tratamientos sobre el peso seco de la panícula de arroz. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

La elongación internodal en el arroz es un fenotipo específico de desarrollo que acompaña al crecimiento de la panícula, y es una de las posibles explicaciones para el comportamiento de la Figura 16 (Cabezas *et al.* 2009).

#### 4.1.1.1 Índice de Crecimiento Absoluto (ICA)

Para determinar el incremento de biomasa a través del tiempo se calculó el índice de crecimiento absoluto (ICA). En el Cuadro 3 se presentan los resultados del índice de crecimiento absoluto. De acuerdo con estos datos el tratamiento Testigo y el Foliar Blend<sup>®</sup>, presentaron mayores valores que el Moddus<sup>®</sup> (0,171; 0,173 y 0,118 respectivamente). Estos datos indican que las plantas tratadas con Moddus<sup>®</sup> produjeron menos biomasa que los otros tratamientos, lo cual se refleja en la curva de crecimiento (Figura 15). Este efecto se mantuvo desde su aplicación, hasta los 67 dds. En el periodo de 67 a 81 dds, el ICA para las plantas tratadas con Moddus<sup>®</sup> fue muy similar al del testigo, lo que podría indicar el fin del efecto de dicho regulador sobre el crecimiento de las plantas.

Al analizar el efecto del Prohexadione-Ca sobre el ICA, se observa que el incremento en biomasa para las plantas tratadas con este regulador de crecimiento fue el menor entre los 67 y 81 dds, al compararse con el resto de los

tratamientos (Cuadro 3). En el caso del Cerone<sup>®</sup> no se vio ningún efecto al compararse con el testigo, mientras que el Foliar Blend<sup>®</sup> fue el tratamiento con la mayor producción de biomasa al final del ciclo del cultivo (81-96 dds) (Cuadro 3).

De acuerdo a estos resultados el Moddus<sup>®</sup> tuvo un efecto inmediato y prolongado en la producción de biomasa en las plantas de arroz, mientras que el efecto del Prohexadione-Ca se notó aproximadamente 25 días después de su aplicación y actuó en la plantación por un periodo de tiempo más reducido.

Cuadro 3. Índices absolutos de crecimiento para plantas de arroz tratadas con diferentes reguladores de crecimiento. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

Días después de la siembra	Índice Absoluto de Crecimiento				
	Prohexadione-Ca	Cerone	Testigo	Foliar Blend	Moddus
21-38			0,171	0,173	0,118
38-53	-0,011	-0,075	-0,037	-0,066	-0,004
53-67	0,208	0,183	0,192	0,241	0,153
67-81	0,292	0,349	0,432	0,348	0,429
81-96	-0,031	-0,105	-0,043	0,159	-0,162

Muchas de las diferencias que se muestran entre los resultados alcanzados por los productos, se pueden deber al estado de desarrollo, la concentración hormonal de la planta, y la forma en que interactúan con las hormonas, al momento de la aplicación de los reguladores de crecimiento (Salisbury y Ross 1994), esto puede ser la razón por la cual los tratamientos actúan en diferentes días y formas.

#### 4.1.2 Altura

En la Figura 17 se observa que la altura de las plantas de los diferentes tratamientos y el testigo van en aumento hasta los 81 dds y a partir de este punto se mantienen y se da un leve descenso. Este comportamiento puede deberse a que la variedad utilizada en la investigación se encuentra en un

período reproductivo que inició con la aparición de los primordios florales hasta la apertura de la flor (70-90 dds) y empieza a entrar en el período de maduración, el cual comprende el llenado de granos. Esta etapa se enfoca en el transporte de asimilados al grano, siendo de especial importancia el aporte en carbohidratos que se producen a través de la fotosíntesis en las hojas superiores, principalmente en la hoja bandera (Labrín 2007).

A los 21 dds la altura de las plantas fue similar para todos los tratamientos, sin embargo a los 53 dds las plantas sin la aplicación de productos agrícolas (testigo), el tratamiento con Foliar Blend<sup>®</sup>, y con Cerone<sup>®</sup> fueron las más altas (94, 92,4 y 92,3 cm respectivamente), mientras que aquellas que se trataron con Moddus<sup>®</sup> y Prohexadione-Ca presentaron alturas inferiores (71,9 y 83,9 cm respectivamente). Este comportamiento se mantuvo hasta los 96 dds, donde la altura de las plantas tratadas con Prohexadione-Ca y el Moddus<sup>®</sup> (97,2 y 98,2 cm respectivamente), fueron las más bajas, seguidas por el tratamiento con Cerone<sup>®</sup> con 103,4 cm, el testigo con 103,6 cm y el Foliar Blend<sup>®</sup> con una altura de 105,6 cm (Figura 17).

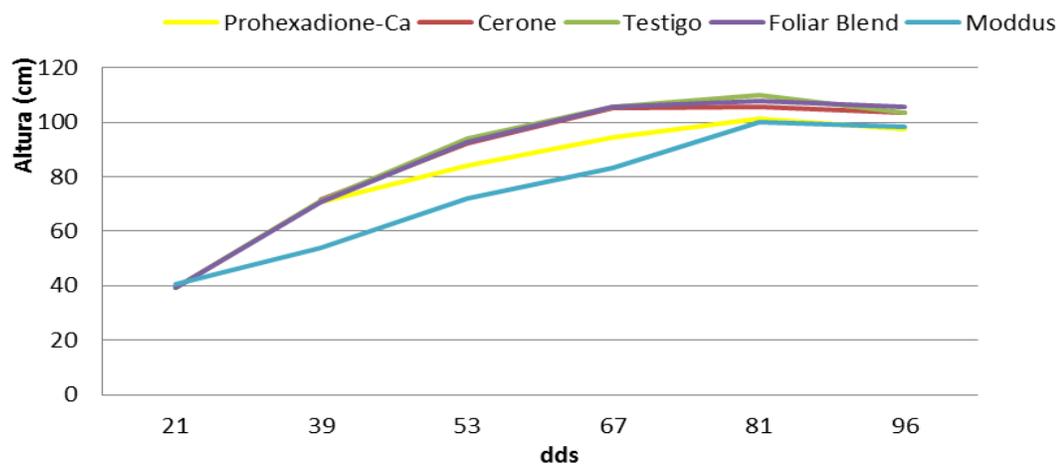


Figura 17. Altura de las plantas (cm) ante los diferentes tratamientos a lo largo del ciclo de producción. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

En el caso de arroz se presenta un gran potencial de elongación del entrenudo, la señal de la elongación de las plantas de arroz es la reducción de la presión parcial del O<sub>2</sub> ya que se encuentran parcialmente sumergidas como sucede en la finca El Cerrito donde se llevó a cabo la investigación, lo que induce la biosíntesis de etileno, el cual disminuye los niveles de ácido abscísico, el cual actúa como antagonista de las giberelinas, permitiendo de esta manera un aumento en la altura de las plantas (Zeiger y Taiz 2007).

Las diferencias en las alturas entre los tratamientos se dan por la inhibición de las giberelinas, las cuales se ha visto que en el caso del arroz, la gran elongación de los entrenudos se genera en parte por un incremento de la división celular en el meristemo intercalar ubicado cerca de la base del entrenudo, la cual se da debido a que las giberelinas estimulan las células que se encuentran en la fase G<sub>1</sub> a entrar en la fase S del ciclo celular y además acortan esta segunda fase; dicha división es precedida a la vez por una elongación de las células provocada por las giberelinas, esto por un incremento en la hidrólisis de almidón, fructanos y sacarosa, con lo que se originan moléculas de fructosa y glucosa, que permiten más energía vía respiración, ayudan en la formación de la pared celular. Esta elongación puede ser precedida por la incorporación de agua osmóticamente o por la extensibilidad de la pared celular. Se han demostrado evidencias acerca de que las giberelinas pueden provocar una mayor extensibilidad así como un aumento en la relajación de las células (Zeiger y Taiz 2007; Salisbury y Ross 1994).

El Moddus<sup>®</sup> y el Prohexadione-Ca redujeron la altura de las plantas debido a que ambos productos actúan como biorreguladores, para la inhibición del crecimiento longitudinal de las plantas, bloqueando la biosíntesis de las giberelinas, que fomentan el crecimiento longitudinal, y lo hacen debido a su similitud estructural con el ácido 2-oxoglutárico, con lo que podría competir por el sitio activo de las enzimas hidrolasas, las cuales participan en la biosíntesis de la hormona de crecimiento (Wilhelm *et al.* 2009).

El Cerone<sup>®</sup> libera una hormona natural a base de etileno; y el etileno produce un acortamiento y engrosamiento de los tallos ya que provoca una mayor expansión radial de las células, esto puede deberse a una orientación más longitudinal de las microfibrillas de celulosa, que se depositan en las paredes celulares, evitando así que se expandan paralela a ellas, pero sí que lo hagan de forma perpendicular. A pesar del efecto del etileno descrito, algunas plantas que crecen durante algún tiempo con las raíces y tallos bajo el agua, pueden responder al etileno con un mayor alargamiento (Salisbury y Ross 1994).

#### 4.1.3 Tallos

El Cuadro 4 muestra el número de tallos totales y tallos efectivos producidos por los diferentes tratamientos, la evaluación fue realizada al momento de la cosecha (108 días). Las plantas tratadas con Moddus<sup>®</sup> produjeron el mayor número de tallos totales (353), mientras que el Testigo produjo (256), dándose una diferencia entre tratamientos de 97 tallos totales (37.9%). En cuanto al efecto de los reguladores de crecimiento, sobre la producción de tallos efectivos se observó un comportamiento similar al de tallos totales, donde la menor producción se dio con el Testigo, mientras que la mayor se dio en con el tratamiento Moddus<sup>®</sup>. Al comparar esta variable entre el Testigo y los productos agrícolas utilizados se observó un incremento de un 11% (Cerone<sup>®</sup>), 15% (Foliar Blend<sup>®</sup>), 23% (Prohexadione-Ca) y 26% para el Moddus<sup>®</sup>.

Cuadro 4. Promedio del número de tallos totales y efectivos por metro cuadrado. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

Tratamiento	Tallos Totales	Tallos Efectivos
<b>Testigo</b>	256	246,0 ± 18
<b>Cerone<sup>®</sup></b>	286	273,75 ± 68
<b>Foliar Blend<sup>®</sup></b>	295	282,5 ± 23
<b>Prohexadione-Ca</b>	320	303,25 ± 20
<b>Moddus<sup>®</sup></b>	353	310,25 ± 54

El aumento en la cantidad de tallos totales se pudo dar debido a que el Moddus® puede producir un mayor número de macollas y tallos efectivos en un área determinada, aumentando la productividad<sup>17</sup>.

Además al aplicar el Cerone® de forma temprana en cereales se puede inducir la formación de un mayor y mejor macollamiento (Bayer 2007). Según Helwig (2009) lo que ayudó a que se incrementara el número de tallos al aplicar Foliar Blend® pudo ser que este producto mejora el desarrollo radical, además de que puede actuar como un mejorador de suelo.

En el Cuadro 5 se puede observar que el macollamiento también se vio mejorado al aplicar los reguladores de crecimiento, en este cuadro se aprecia que el testigo tiene un índice de macollamiento de 1,22, el cual fue superado por todos los tratamientos como el caso del Moddus® que fue el que presentó el mayor índice (1,68), superando al testigo con un incremento de 37,7%. En cuanto a la variable porcentaje de tallos efectivos, ésta disminuye al aplicar los reguladores de crecimiento, el testigo presentó un porcentaje de tallos efectivos de 96,28% mientras que con los reguladores este porcentaje bajo hasta un 87,7% con el Moddus®.

Cuadro 5. Macollamiento en la variedad de arroz CER-09, sometida a diversos tratamientos. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

Tratamiento	Índice de macollamiento	Porcentaje de tallos	
		efectivos	no efectivos
Testigo	1,22	96,28	3,72
Cerone®	1,36	95,63	4,37
Foliar Blend®	1,41	95,44	4,56
Prohexadione-Ca	1,53	94,54	5,46
Moddus®	1,68	87,70	12,30

<sup>17</sup> Tamayo, L. 2010. Charla sobre el regulador de crecimiento Moddus de Syngenta. (Comunicación personal y correo electrónico). Finca el Cerrito. Guardia. Liberia. Guanacaste.

Este comportamiento puede darse debido a que al aumentar el número de tallos, se incrementa la competencia por luz, (ya que se puede presentar auto sombreado entre las mismas plantas), por agua y por minerales. Por ejemplo si se presentan deficiencias de nitrógeno, las plantas se quedan pequeñas con un amarillamiento en las hojas basales y al ser este elemento un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la molécula de clorofila, ayuda a promover un rápido incremento en la planta, así como hojas más grandes (Yara 2009). El magnesio juega un papel muy importante en la fotosíntesis debido a que forma parte de la molécula de clorofila, el fósforo puede ayudar a aumentar el número de brotes, y el azufre participa en el incremento vegetativo de las plantas y también aumenta la fructificación (Bertsch 1995).

Al analizar los Cuadros 4 y 5 se aprecia que al aplicar los reguladores de crecimiento a las plantas de arroz, se produce un aumento en el macollamiento y por lo tanto en la cantidad de tallos totales. Con respecto a los tallos efectivos, al aplicar los reguladores de crecimiento se da una disminución en el porcentaje de éstos, pero debido al incremento numérico del total de tallos, la cantidad de tallos efectivos sigue siendo mayor al aplicar los reguladores de crecimiento.

Este efecto en el macollamiento se puede dar, debido a que al aplicar el Moddus<sup>®</sup> y la Prohexadione-Ca se presente un bloqueo de la síntesis de giberelinas y al disminuir el nivel de acción de las mismas, se puede dar una disminución de las auxinas, lo que se traduce en un incremento en el nivel de las citoquininas (Serrani 2008), las cuales ayudan a aumentar la división celular de las plantas, estimulando la formación de yemas laterales que se encontraban bajo dominancia apical, induciendo un mayor número de brotes, lo que en las plantas de arroz significaría una mayor cantidad de tallos y por lo tanto un mayor número de panículas, que vendrían a aumentar la producción (Salisbury y Ross 1994; Naukowe 2003).

El Moddus® se moviliza por el floema permitiéndole llegar a los meristemos apicales. Su desplazamiento a la base de la planta es prácticamente nulo por lo que no tiene posibilidad de inhibir el rebrote de la macolla<sup>18</sup>.

En el caso del Moddus® que presenta una mayor cantidad de tallos se puede aumentar el consumo de ciertos elementos como el Boro que está relacionado con el incremento de la altura (Chaudhary *et al.* 2003), por lo tanto si se presentara una deficiencia se podría dar una disminución en la altura de las plantas como se mostró en la Figura 17.

## **4.2 Efectos de los reguladores de crecimiento sobre la producción**

### **4.2.1 Volcamiento o Acame**

Los tratamientos que presentaron menor porcentaje de acame fueron la Prohexadione-Ca (5,75%), seguido del Moddus® (9,25%), ambos con porcentajes de volcamiento inferiores a los que se presentaron en el Testigo (38,75%), contrario al Foliar Blend® y el Cerone® que presentaron porcentajes superiores (45% cada uno) (Cuadro 6). Se realizó una transformación de los datos de acame a raíz cuadrada, debido a que la prueba de normalidad dio en el límite (p-valor 0,05) con un coeficiente de variación muy alto de 64,46. Al transformar estos datos, se observó el mismo comportamiento descrito anteriormente, solo que de acuerdo a la prueba estadística, no presentaron diferencias significativas entre el Moddus® y la Prohexadione-Ca, pero si con respecto a los tratamientos del Foliar Blend® y el Cerone®.

El problema del volcamiento o acame, se puede presentar por una elongación en el tallo, en la cual se debilita la pared celular debido al efecto de las giberelinas (Salisbury y Ross 1994).

---

<sup>18</sup> Tamayo, L. 2010. Charla sobre el regulador de crecimiento Moddus de Syngenta. (Comunicación personal y correo electrónico). Finca el Cerrito. Guardia. Liberia. Guanacaste

Cuadro 6. Porcentaje de acame al momento de la cosecha para los cinco tratamientos evaluados. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

Tratamiento	Porcentaje de Volcamiento	
	Sin transformar	Transformado
Prohexadione-Ca	5,75	2.13 a
Moddus <sup>®</sup>	9,25	2.66 ab
Testigo	38,75	6.01 bc
Foliar Blend <sup>®</sup>	45,00	6.57 c
Cerone <sup>®</sup>	45,00	6.60 c

Tratamientos con igual letra no son significativamente diferentes, según prueba Tukey ( $p=0.05$ ). La transformación que se realizó fue con la raíz cuadrada.

Esta reducción del volcamiento se explica debido a que el Prohexadione-Ca genera una reducción en el tamaño de los brotes, por un acortamiento de los entrenudos (Atucha 2006), además de aumentar el grosor de la pared celular (Vaquero *et al.* 2004). Por otro lado el Moddus<sup>®</sup> inhibe la elongación de los entrenudos, produciendo tallos más cortos y gruesos, otro beneficio de este producto es que ayuda a obtener un mayor desarrollo radical maximizando el anclaje de la planta al suelo<sup>19</sup>.

La giberelina (GA) es una fitohormona esencial que regula muchos aspectos del desarrollo de la planta como son la germinación, el desarrollo de la semilla, la expansión de la hoja, el alargamiento del tallo y la floración. Esta hormona puede estar regulada por la modulación celular de sus concentraciones, de las alteraciones y habilidades de la célula para responder a esta fitohormona. En el cultivo del arroz los genes que se encuentran relacionados con la elongación del tallo son inducidos por la giberelina (Cabezas *et al.* 2009), que es sobre el compuesto que actúan los reguladores de crecimiento que presentaron el menor porcentaje de acame.

<sup>19</sup> Tamayo, L. 2010. Charla sobre el regulador de crecimiento Moddus de Syngenta. (Comunicación personal y correo electrónico). Finca el Cerrito. Guardia. Liberia. Guanacaste.

#### 4.2.2 Producción en granza

Para poder cuantificar la producción se analizaron algunos aspectos tales como el peso de los granos en un metro cuadrado. En el Cuadro 7 se presentan los datos de producción; el menor rendimiento lo presentó el testigo (357,25 g/m<sup>2</sup>), mientras que los tratamientos con los productos agrícolas presentaron rendimientos superiores, siendo el tratamiento con Moddus<sup>®</sup> el que presentó la mayor producción (400,88 g/m<sup>2</sup>). Al comparar esta variable entre el testigo y los tratamientos con los reguladores de crecimiento, estadísticamente no se observaron diferencias significativas.

Cuadro 7. Producción de arroz en granza (g/m<sup>2</sup> y kg/ha) para cada uno de los tratamientos de experimentación en el uso de diversos productos agrícolas. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

Tratamiento	Producción (g/m <sup>2</sup> )	Producción estimada (kg/ha)
<b>Testigo</b>	357,25 a	3572,5
<b>Prohexadione-Ca</b>	369,70 a	3697,0
<b>Cerone<sup>®</sup></b>	371,73 a	3717,3
<b>Foliar Blend<sup>®</sup></b>	394,48 a	3944,8
<b>Moddus<sup>®</sup></b>	400,88 a	4008,8

Tratamientos con igual letra no son significativamente diferentes, según prueba de Tukey (p=0.05).

Al comparar los rendimientos por hectárea entre el testigo y el uso de reguladores de crecimiento, se observa un incremento en la producción con el uso de reguladores de crecimiento (Cuadro 7). Por ejemplo si se compara el rendimiento entre el testigo (3572,5 kg/ha) y el tratamiento con Moddus<sup>®</sup> (4008,8 kg/ha), se da una diferencia de 436,3 kg/ha (12,2%) a favor del Moddus<sup>®</sup>. Al aplicar esta diferencia en la finca donde se realizó el estudio, la cual siembra más de mil hectáreas de arroz, esto significaría un incremento en la producción

de más de 436,3 toneladas, aumentando de esta forma otros aspectos importantes para el productor como lo es el beneficio económico.

Según Tamayo<sup>20</sup> esta diferencia probablemente sea debido a que el Moddus<sup>®</sup> no afecta el desarrollo radical de la planta, además ayuda a aumentar el número de tallos, a emparejar el desarrollo de los hijos y panículas al momento de la cosecha. Por otro lado, el Moddus<sup>®</sup> produjo un mayor macollamiento y por ende un mayor número de tallos efectivos que probablemente explican el incremento en la producción de arroz, debido al incremento en el número de panículas.

La Figura 18 presenta los datos del peso de 1000 granos. De acuerdo a este dato los tratamientos que presentaron el mayor peso fueron el Prohexadione-Ca y el Foliar Blend<sup>®</sup> (26 gramos cada uno), mientras que el Moddus<sup>®</sup> mostró el menor valor (25,3 g). La diferencia entre el tratamiento con más y menos peso fue de 2,77%, sin embargo esta diferencia fue menor al comparar entre el Testigo y el Moddus<sup>®</sup> (2,37%).

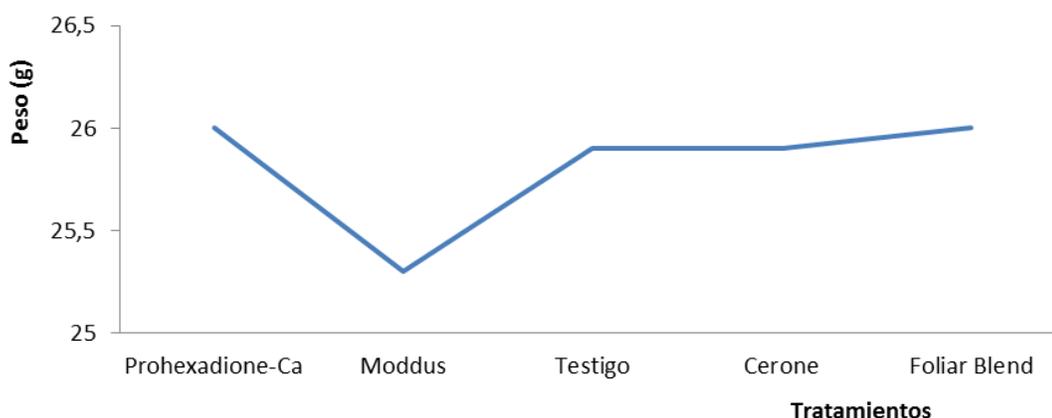


Figura 18. Peso promedio por tratamiento de 1000 granos sin pilar. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

<sup>20</sup> Tamayo, L. 2010. Charla sobre el regulador de crecimiento Moddus de Syngenta. (Comunicación personal y correo electrónico). Finca el Cerrito. Guardia. Liberia. Guanacaste.

La mayor cantidad de tallos totales en todos los tratamientos genera un incremento en la competencia por agua, luz y nutrientes, entre estos se pueden presentar deficiencias; por ejemplo si se presenta una deficiencia de Silicio, se puede reducir la fotosíntesis en los distintos niveles de las hojas lo que reduciría los rendimientos, esto se da debido a que el Silicio ayuda a mantener las hojas erectas. Otra deficiencia que se puede presentar es la del Cobre, el cual regula las reacciones enzimáticas de la planta de arroz, lo que puede afectar la esterilidad y la capacidad de la planta para formar granos (Chaudhary *et al.* 2003).

El nitrógeno aumenta el número de espiguillas por panícula, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteínas en el grano. El nitrógeno está relacionado con la tasa de fotosíntesis y la producción de biomasa de las plantas por ende afecta todos los parámetros que contribuyen al rendimiento (Yara 2009).

Otras deficiencias que podrían jugar un papel en la formación de las panículas es el Potasio que participa como activador de enzimas de la síntesis proteica y del metabolismo de carbohidratos y está involucrado con el transporte de azúcares vía floema, estimulando el llenado de grano y mejorando su calidad. Además el calcio favorece el cuaje de las flores y estimula la producción de semillas y el magnesio forma parte de la molécula de clorofila por lo que es muy importante en el para el proceso de fotosíntesis (Bertsch 1995).

Además algunos productos como el Prohexadione-Ca ayudan a aumentar la radiación fotosintéticamente activa, la actividad fotosintética neta, la cantidad de clorofila por unidad de área foliar, el espesor, la retención de agua en los brotes y hojas, además de aumentar la concentración foliar de CO<sub>2</sub> y la conductancia estomática independientemente de la clorofila (Fraihat 2003).

Los resultados indican que los reguladores del crecimiento influyen en los componentes productivos (macollamiento, número de tallos y panículas por metro cuadrado), que por lo general se relacionan con la productividad. Lo que

puede dar con una mejor focalización de los asimilados para el rendimiento del grano (Do Nascimento *et al.* 2009).

En el Cuadro 8 se presenta el resumen del efecto de los reguladores de crecimiento sobre las variables más importantes. Se puede apreciar como los tratamientos con menor altura también fueron los que presentaron el menor porcentaje de volcamiento, además se puede apreciar que la altura no influyó en el rendimiento, sin embargo el rendimiento si se vio afectado por el número de tallos que para el caso del Moddus<sup>®</sup> fue de 310 tallos efectivos y fue el tratamiento que alcanzó el mayor rendimiento por área (4008,8 kg/ha); a pesar de ser el tratamiento que también presentó el menor peso de los 1000 granos puede ser debido a la competencia, el aumento en la producción se justifica por el número de tallos más que produjo el Moddus<sup>®</sup>, además de que la diferencia de los pesos entre los granos no es tan alta, al igual que el tamaño de las panículas que es muy similar para todos los tratamientos.

Cuadro 8. Efectos de los productos agrícolas sobre el crecimiento, acame y la producción. Finca el Cerrito, Guardia, Liberia. Guanacaste, 2009.

Tratamiento	Acame (%)	Altura (cm)	Tallos		Peso 1000 granos (g)	Rendimiento estimado (kg/ha)
			totales	efectivos		
<b>Prohexadione-Ca</b>	5,8	97,2	320	303,2	26,0	3697,0
<b>Moddus<sup>®</sup></b>	9,3	98,2	353	310,2	25,3	4008,8
<b>Testigo</b>	38,8	103,6	256	246,0	25,9	3572,5
<b>Cerone<sup>®</sup></b>	45,0	103,4	286	273,7	25,9	3717,3
<b>Foliar Blend<sup>®</sup></b>	45,0	105,6	295	282,5	26,0	3944,8

Para la investigación la variable del acame no representó un factor determinante en la producción, esto se pudo dar debido al momento en que se realizó la cosecha, la cual coincidió con la época de verano, que es el período del año donde el problema del volcamiento causa menos daños en la

producción; además en este periodo se quita la lámina de agua por lo tanto se presenta una menor humedad, que pueda afectar al grano y además no se dificulta tanto la cosecha del arroz, también las precipitaciones son muy bajas y se dan altas temperaturas que ayudan a secar los granos, este problema se puede reducir más si el equipo y el personal están bien capacitado para llevar a cabo las labores de cosecha<sup>21 y 22</sup>.

#### **4.3 Análisis económico**

El tratamiento Testigo, el cual únicamente tiene el manejo normal que se aplica en la finca presenta una muy buena calidad molinera según los análisis elaborados por CONARROZ, donde los parámetros analizados alcanzaron porcentajes superiores a los establecidos por el MEIC que son de 52,2% para el rendimiento de entero, para el quebrado grueso el rendimiento se establece en 13,0%, para la puntilla es de 2,5% y para el rendimiento de semolina el mínimo es de 9%, valores que también fueron superados por todos los tratamientos (Anexos 8.9- 8.13).

Sin embargo se pudo observar una mejoría en la calidad del arroz al cual se le aplicaron los productos agrícolas, según los análisis de laboratorio la mayor calidad molinera se alcanzó con la aplicación del tratamiento con Prohexadione-Ca que acorde con la calidad otorgada por el producto en la cual aumentó el costo de un saco de arroz seco y limpio de 73,6 kg de ¢25.347 a ¢26.116 (Cuadro 9).

---

<sup>21</sup> Chaves, G. 2010. Cultivo de arroz. (Comunicación personal). Santa Clara. San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<sup>22</sup> Boniche, N. 2009. Descripción del manejo de una plantación de arroz a nivel comercial. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito

**Cuadro 9.** Rendimientos y costos de aplicación por hectárea de arroz de los diversos tratamientos utilizados en Finca el Cerrito, Guardia, Liberia, Guanacaste, 2009.

Tratamiento	Valor del saco (S y L*)	Valor total (ha)	Aumento económico	Costo de la aplicación y productos (¢)
<b>Prohexadione-Ca</b>	¢26.116,0	¢1.446.289,5	¢73.332,0	¢13.890,0
<b>Cerone<sup>®</sup></b>	¢25.734,0	¢1.473.394,5	¢100.437,0	¢14.375,4
<b>Testigo</b>	¢25.347,0	¢1.372.957,5	¢0,0	¢0.0
<b>Foliar blend<sup>®</sup></b>	¢25.864,5	¢1.449.712,0	¢76.754,5	¢14.338,0
<b>Moddus<sup>®</sup></b>	¢25.814,0	¢1.651.196,5	¢278.239,0	¢14.231,0

\* : por componentes de rendimiento, factores y grados de calidad, determinados por Laboratorio de Calidad de CONARROZ.

Los demás tratamientos también presentaron algún incremento en el valor del saco seco y limpio, pero al considerar precio en conjunto con la producción el mayor rendimiento lo presenta el Moddus<sup>®</sup> con un valor por saco de ¢25.814 pero el precio del arroz en una hectárea es de aproximadamente ¢1.651.196,50 mientras que el valor de una hectárea del tratamiento Testigo es de ¢1.372.957,50, tal y como se puede observar en el Cuadro 9.

En el Cuadro 9 también se pueden observar los datos del costo de aplicación y el valor de los productos que se utilizaron en las diversas parcelas de experimentación, en el caso del Moddus<sup>®</sup> el costo extra de aplicación del producto es de ¢14.231 sobre el tratamiento testigo y genera un aumento extra en el rendimiento económico de ¢278.239 con respecto al manejo normal que se realiza en la finca lo que hace la aplicación de dicho producto rentable para la producción.

De igual forma los demás productos tuvieron costos de aplicación similares y aunque los aumentos en los rendimientos que se alcanzaron no fueron tan altos como los que alcanzó el Moddus<sup>®</sup>, si fueron superiores al tratamiento Testigo. Por otro lado, reducido el costo de aplicación del producto la

rentabilidad de aplicar el Cerone<sup>®</sup> fue de ¢86.062, la del Foliar Blend<sup>®</sup> fue de ¢62.379,5 y la rentabilidad de la Prohexadione-Ca fue de ¢59.442,0 (Cuadro 9).

Esto se puede deber a los beneficios como los que se citan en la etiqueta de la Prohexadione-Ca donde este producto incrementa la relación entre el desarrollo vegetativo y el llenado del fruto, además los productos ayudan a mejorar la absorción de nutrientes y agua, permitiendo una mayor producción Helwig<sup>23</sup> y Tamayo<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> Helwig, F. 2009. Panfleto de información del producto. (agrigo@racsa.co.cr). AgriGro CR, S.A

<sup>24</sup> Tamayo, L. 2010. Charla sobre el regulador de crecimiento Moddus de Syngenta. (Comunicación personal y correo electrónico). Finca el Cerrito. Guardia. Liberia. Guanacaste.

## 5. CONCLUSIONES

Con respecto a la investigación y los resultados obtenidos, se concluye que:

1. El uso de reguladores de crecimiento como el Prohexadione-Ca y el Moddus<sup>®</sup> (Trinexapac etil), ayudan a reducir el porcentaje de acame en el cultivo del arroz.
2. La curva de crecimiento se mantiene similar hasta el final del ciclo donde se presenta una reducción en los tratamientos que contienen los productos agrícolas evaluados.
3. La aplicación de reguladores de crecimiento aumenta la cantidad de tallos efectivos en la macolla de arroz.
4. El uso de reguladores de crecimiento como el Prohexadione-Ca y el Moddus<sup>®</sup> (Trinexapac etil), ayudan a reducir la altura de las plantas de arroz.
5. La aplicación de los tratamientos aumenta el rendimiento de la producción de arroz por área, en especial el Moddus<sup>®</sup> (Trinexapac etil).
6. La aplicación de los productos agrícolas evaluados, mejoran la calidad molinera, en particular la mayor calidad la presenta la Prohexadione-Ca.
7. La implementación de los productos agrícolas evaluados generan un aumento económico en la producción de arroz, en especial el Trinexapac-etil.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas a nivel semicomercial con los productos agrícolas evaluados, en especial con el Moddus<sup>®</sup> (Trinexapac etil).
- Considerar que la aplicación de los productos se haga con el equipo convencional de la finca, ya sea avioneta, boom o cualquier otro, logrando disminuir el riesgo de posibles errores.
- Realizar pruebas con los productos agrícolas evaluados modificando algunas variables como la fertilización y época en que realice la investigación.

## 7. LITERATURA CITADA

- Acuña, A; Tinoco, R. 2010. Cultivo de arroz (*Oryza sativa*) Manual de recomendaciones cultivo de arroz. Citado el 4 de octubre del 2010. [En línea]: [http://www.platicar.go.cr/index.php?option=com\\_infoteca&view=document&id=127-cultivo-de-arroz-oryza-sativa-manual-de-recomendaciones-cultivo-de-arroz&Itemid=34&lang=es](http://www.platicar.go.cr/index.php?option=com_infoteca&view=document&id=127-cultivo-de-arroz-oryza-sativa-manual-de-recomendaciones-cultivo-de-arroz&Itemid=34&lang=es)
- Alfaro, D. 2008. Curso Sistema de producción de granos básicos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Santa Clara. San Carlos.
- Angladette, A. 1969. El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Barcelona. España. pp. 867.
- Atucha, A. 2006. Taller de Licenciatura “Efecto del Prohexadione Calcio sobre la Productividad y Desarrollo del Palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.” Citado el 20 de mayo del 2009. [En línea]: [http://www.avocadosource.com/papers/chile\\_papers\\_a-z/a-b-c/atucha\\_amaya\\_2006.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/a-b-c/atucha_amaya_2006.pdf)
- Bayer CropScience. 2007. Cerone. Ecuador. Citado el 20 de agosto del 2009. [En línea]: <http://www.bayercropscience.com.ec/productdesc.aspx?prodid=93>
- Bosquez, E. 2008. Reguladores del crecimiento. Citado el 5 de mayo del 2009. [En línea]: [http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material\\_adicional/regs\\_crecim.pdf](http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material_adicional/regs_crecim.pdf).
- Bravo AG. 2009. Aplicación de productos fitosanitarios, técnicas y equipos. México. Citado el 30 de mayo del 2009. [En línea]: [http://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/index.php?proceso=registro&numero=5131](http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=5131)
- Cabezas, D; Perez, S; Haitao, D y Debao, L. 2009. Identificación de genes específicos asociados con la elongación del tallo en el arroz (*Oryza sativa* L.) a través del microarreglo de ADNc. Rev. Protección Veg. Citado el 9 de noviembre del 2010. [En línea]: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522009000200003&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522009000200003&script=sci_arttext)

- Chandler, R. 1984. Arroz en los trópicos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Citado el 30 de mayo del 2009. [En línea]: [http://books.google.com/books?id=bVbPJS8P1NkC&pg=PA163&lpg=PA163&dq=volcamiento+%2B+arroz&source=bl&ots=qBKc6P6umu&sig=0NqOYBebhc3zehJ5xi7KaYNC7U&hl=es&ei=0DEjSsmaOt7gtfTw6GzBg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=3#PPP8,M1](http://books.google.com/books?id=bVbPJS8P1NkC&pg=PA163&lpg=PA163&dq=volcamiento+%2B+arroz&source=bl&ots=qBKc6P6umu&sig=0NqOYBebhc3zehJ5xi7KaYNC7U&hl=es&ei=0DEjSsmaOt7gtfTw6GzBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3#PPP8,M1)
- Chaudhary, R; Nanda, J; Tran, D. 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Citado el 9 de noviembre del 2010. [En línea]: [http://www.fao.org/documents/pub\\_dett.asp?pub\\_id=150429&lang=es](http://www.fao.org/documents/pub_dett.asp?pub_id=150429&lang=es)
- CIAT (Centro Tropical de Agricultura Tropical). 2005. Morfología de la planta de arroz. Cali, Colombia. Citado el 3 de marzo del 2010. [En línea]: [http://webapp.ciat.cgiar.org/riceweb/pdfs/morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](http://webapp.ciat.cgiar.org/riceweb/pdfs/morfologia_planta_arroz.pdf)
- CONARROZ. 2009. Comportamiento molinero de las principales variedades de arroz cultivadas en Costa Rica durante los periodos arroceros 2005/2006, 2007/2008 y 2008/2009.
- Delfina Travel Group Inc. 2010. Go visit Costa Rica. Citado el 4 de agosto del 2010. [En línea]: [http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.govisitcostarica.co.cr/images/maps/thm\\_guanacaste.gif&imgrefurl=http://www.govisitcostarica.co.cr/region/guanacaste/guanacaste.asp&usg=\\_\\_bFSCMjbBv8b7DIDMqZRC84DsEYc=&h=452&w=370&sz=63&hl=es&start=1&zoom=1&itbs=1&tbnid=yyitOclkTbzoiM:&tbnh=127&tbnw=104&prev=/images%3Fq%3Dmapas%2Bgrande%252Bguanacaste%26hl%3Des%26tbs%3Disch:1](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.govisitcostarica.co.cr/images/maps/thm_guanacaste.gif&imgrefurl=http://www.govisitcostarica.co.cr/region/guanacaste/guanacaste.asp&usg=__bFSCMjbBv8b7DIDMqZRC84DsEYc=&h=452&w=370&sz=63&hl=es&start=1&zoom=1&itbs=1&tbnid=yyitOclkTbzoiM:&tbnh=127&tbnw=104&prev=/images%3Fq%3Dmapas%2Bgrande%252Bguanacaste%26hl%3Des%26tbs%3Disch:1)
- Do Nascimento, V; Arf, O; Da Silva, M; Da Silva, F; Ferreira, R; De Cássia, R. 2009. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. Citado el 24 de noviembre del 2010. [En línea]: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052009000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052009000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

- Ebrisa. Sf. La enciclopedia multimedia del siglo XXI. Citado el 4 de agosto del 2010. [En línea]: <http://www.ebrisa.com/portalc/media/media-S/images/00015875.jpg>
- Fraihat, M. 2003. Evaluación del prohexadione-ca para el control del crecimiento en manzano: efectos agrónomicos y fisiológicos. Citado el 8 de noviembre del 2010. [En línea]: [http://www.kriptia.com/CIENCIAS\\_AGRARIAS/AGRONOMIA/CONTROL\\_D E\\_MALEZAS/1](http://www.kriptia.com/CIENCIAS_AGRARIAS/AGRONOMIA/CONTROL_D E_MALEZAS/1)
- Franquet, J; Borràs, C. 2006. Economía del arroz: Variedades y mejora. Citado el 4 de octubre del 2010. [En línea]: <http://www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/1d.htm>
- Grist,D. 1975. Arroz. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., Mexico. Primera edición en español. Pp. 716.
- Infojardin. sf. Citado el 4 de agosto del 2010. [En línea]: <http://imagensubir.infojardin.com/subidos/images/opt1277975743a.jpg>
- Jaramillo, S; Pulver, E; Duque M. sf. Efecto del Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Arroz de Riego, sobre la Expresión del Potencial de Rendimiento de Líneas Elite y Cultivares Comerciales. FLAR (CIAT).Citado el 31 de mayo del 2009. [En línea]: <http://www.blanquita.com.co/articulos/articulo4.html>
- Jennings, P; Berrío, L; Torres, E; Corredor, E. 2002. Una estrategia de mejoramiento para incrementar el potencial de rendimiento en arroz. Citado el 25 de mayo del 2009. [En línea]: <http://cgiarfinanceinfo.org/biblioteca/pdf/flar/estrategia.pdf>
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2002. Cultivares del INTA inscriptos en el RMC y en el RNP. Buenos Aires, Argentina. Citado el 25 de mayo del 2009. [En línea]: <http://www.inta.gov.ar/ins/cultivares.htm>
- Labrín, N. 2007. Estudio de la resistencia en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) venezolanas al virus de la hoja blanca. Catie. Turrialba, Costa Rica. Citado el 25 de mayo del 2009. [En línea]: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1062e/A1062e.pdf>

- Maceda, A; Gonzáles, I. 2008. Hormonas Vegetales. Citado el 25 de marzo del 2010. [En línea]: [http://www.alaquairum.net/hormonas\\_vegetales.htm](http://www.alaquairum.net/hormonas_vegetales.htm)
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). sf. Arroz investigaciones para elevar nuestra producción de arroz por área-(Proyecto base # 2). San José. Costa Rica. Citado el 30 de mayo del 2009. [En línea]: [http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/memoria\\_51-agronomia-arroz.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/memoria_51-agronomia-arroz.pdf)
- Mariña, C; Aguilera, R; Nieto, M; Castillo, P; Pérez, B. 2004. Efecto de la aplicación del Cerone y del Moddus en suelos afectados por la salinización. Revista Electrónica Granma Ciencia. Vol.8, No.2, Mayo-Agosto del 2004 ISSN 1027-975X. Citado el 30 de mayo del 2009. [En línea]: [http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol8/2/2004\\_08\\_02a3.pdf](http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol8/2/2004_08_02a3.pdf)
- Naukowe, W. 2003. Reguladores de crecimiento desarrollo y resistencia en las plantas. Mundi – Prensa Mexico, S.A. de C.V. Mexico. pp. 487.
- Ortiz, A; García, O. 2002. Efecto del ácido giberélico sobre el rendimiento de la variedad de arroz araure 4. Agronomía Tropical 52(4): 485-495. Citado el 30 de mayo del 2009. [En línea]: [http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5204/arti/ortiz\\_a.htm](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5204/arti/ortiz_a.htm)
- Pierik, M. 1990. Cultivo in vitro de las plantas superiores. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa.
- Rojas, E. sf. El cultivo del arroz en Costa Rica. FLAR (Fondo Latinoamericano de Reservas). Citado el 30 de mayo del 2009. [En línea]: [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/arroz/ARROZ\\_COSTARICA.htm](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/arroz/ARROZ_COSTARICA.htm)
- Rojas, J. 2005. Ciclos de vida del arroz. Animaciones de botánica morfológica. Citado el 30 de mayo del 2009. [En línea]: <http://fai.unne.edu.ar/biologia/botanica/animaciones/ciclos/arroz/ciclo%20normal/index.htm>
- Salisbury, F; Ross, C. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. S.A. de C.V. Mexico. Version en español. Pp 759.
- Sánchez, E. Sf. Reguladores de crecimientos empleados en la fruticultura. Citado el 9 de abril del 2009. [En línea]: [http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/rompecabezas/pdfs/rompe39\\_sanchez.pdf](http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/rompecabezas/pdfs/rompe39_sanchez.pdf)

- Serrani, J. 2008. Interacción de Giberelinas y Auxinas en la Fructificación del Tomate. Citado el 22 de noviembre del 2010. [En línea]: <http://dspace.upv.es/xmlui/bitstream/handle/10251/2242/tesisUPV2793.pdf?sequence=1>
- Soberón, J; Quiroga, E; Sampietro, A; Vattuone, M. 2008. AUXINAS. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. Citado el 17 de agosto del 2009. [En línea]: [http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores\\_vegetales\\_2005/tipos\\_de\\_reguladores\\_vegetales.htm](http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores_vegetales_2005/tipos_de_reguladores_vegetales.htm).
- Solera, R; Villegas, M; Bojanic, A; Salcedo, S; Alonso, E. 2006. "Desarrollo de la capacidad técnica para la evaluación de la competitividad de los productos agropecuarios y los efectos de la apertura comercial". Proyecto TCP/COS/3001(A). SEPSA y FAO. Costa Rica. Citado el 9 de abril del 2009. [En línea]: [http://www.infoagro.go.cr/TCP\\_COS\\_3001\(A\)/Documentos/arroz.pdf](http://www.infoagro.go.cr/TCP_COS_3001(A)/Documentos/arroz.pdf)
- Solo, T. 2008. Descartan problemas de abastecimiento de arroz en Costa Rica. Citado el 9 de abril del 2009. [En línea]: <http://www.Radiolaprimerisima.com/noticias/resumen/29266>
- Srivastava, L. 2002. Plant Growth and Development Hormones and Environment. Elsevier Science. Estados Unidos. 772 pag.
- Syngenta. 2008. MODDUS® 250 EC, REGULADOR DE CRECIMIENTO-Concentrado Emulsionable (EC). Citado el 18 de agosto del 2009. [En línea]: [http://www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/etiquetas\\_fitosanitarios/Productos\\_Fitosanitarios/Moddus250EC.pdf](http://www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/etiquetas_fitosanitarios/Productos_Fitosanitarios/Moddus250EC.pdf)
- Torres, S; Montero, W. 2009. Curso de Biotecnología Aplicada. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Santa Clara. San Carlos.
- Tascón, E; García, E. 1985. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. PNUD/ CIAT. pp. 696

- Vaquero, F; Martínez, S; Fernández, Z; Sanz, A; López, A; García, M. 2004. Aplicación en vid de Prohexadiona de calcio como regulador del crecimiento. Influencia en la calidad del vino. Departamento de Química y Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. Citado el 20 de agosto del 2009. [En línea]: <http://enologos2008.unicongress.org/archivos/file/Madrid/ENOLOGOS/20%20Aplicacion%20en%20vid%20de%20prohexadiona.pdf>
- Wilhelm, R; Klaus, K; Jürgen, S. 2009. Procedimiento para el aumento del contenido en flavonoides y sustancias de contenido fenólicas en plantas. Citado el 24 de noviembre del 2010. [En línea]: [http://www.espatentes.com/pdf/2198317\\_t3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/2198317_t3.pdf)
- Yara, A. 2009. Fertilización en cultivos de arroz. Resultados de la jornada de capacitación sobre nutrientes en arroz, organizada por Yara Argentina. Se expusieron resultados de la aplicación de nitrógeno en la forma de nitratos en suelos preinundados y se expusieron los beneficios de aplicar micronutrientes en semillas, el tratamiento más temprano y eficiente que el cultivo puede recibir. Citado el 30 de noviembre del 2010. [En línea]: <http://www.agroinformacion.com/noticias/2/cereales/20014/fertilizacion-en-cultivos-de-arroz.aspx>
- Zeiger, E; Taiz, L. 2007. Fisiología Vegetal. 1907 pag. Citado el 28 de febrero del 2010. [En línea]: [http://books.google.co.cr/books?id=1PRucJTUvRQC&pg=PA882&lpg=PA882&dq=giberelinas%2Barroz&source=bl&ots=CPh7IXDacm&sig=1k\\_XHyoxghrPag59K\\_eegkvNPU&hl=es&ei=eI6hS4LXF4S0tgem0\\_3yBw&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=3&ved=0CA8Q6AEwAg#v=onepage&q=giberelinas%2Barroz&f=false](http://books.google.co.cr/books?id=1PRucJTUvRQC&pg=PA882&lpg=PA882&dq=giberelinas%2Barroz&source=bl&ots=CPh7IXDacm&sig=1k_XHyoxghrPag59K_eegkvNPU&hl=es&ei=eI6hS4LXF4S0tgem0_3yBw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CA8Q6AEwAg#v=onepage&q=giberelinas%2Barroz&f=false)

## 8. ANEXOS

### 8.1 Fenología de la variedad CER-09.

<b>Fenología de la variedad</b>	<b>Días aproximados</b>
- Días a emergencia	5-7 dds
- Presencia de 2 Hojas	10-12 dde
- Presencia de 4 Hojas	16-18 dde
- Inicio macollamiento	16-20 dde
- Diferenciación de Panícula	40-45 dde
- Máximo macollamiento	48-60 dde
- Panzoneo	57-67 dde
- Prefloración	69-79 dde
- Floración (50% Parición)	77-87 dde
- Estado de grano Leche	87-97 dde
- Estado de grano masa	92-102 dde
- Cosecha	105-110 dde
- Clasificación	Intermedia
- Adaptación a Secano favorecido	Buena
- Adaptación a Riego	Muy Buena
- Rendimiento (TM/ha)	4.5 - 5.0 (Int)

dds = Días después de la siembra

dde = Días después de emergencia

## 8.2 Productos y fechas de aplicación para diversos fines en lote Micos.

<b>Lote Micos</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Dosis pc/ha</b>
<b>Control de malezas</b>	
17-sep	Herbicida X (Imazapic, Imazapir) 137 gr
	Coadyuvante (metil oleato palmitato) 0,4 l
	Herbicida Y (bentazone) 1,6 l
	Ciper (Cipermetrina) 0,26 l
	Manvert Zn (Zinc) 0.9l
Truper (2,4-D) 0,25 l	
<b>Parchoneo</b>	
21-oct	Herbicida X (Imazapic, Imazapir) 160 gr
	Coadyuvante (metil oleato palmitato) 0,26 l
<b>Ácaro</b>	
23-oct	Bacsan (Citrato de plata) 0,75 l
	Kazumin (Kasugamicina) 1,5 l
	Curacron (Profenofos) 1,5 l
	Zybork (N,K,B,Zn) 0,75 l
<b>Parchoneo</b>	
27-oct	Herbicida X (Imazapic, Imazapir) 160 gr
	Coadyuvante (metil oleato palmitato) 0,33 l
	Zybork (N,K,B,Zn) 0,75 l
<b>Pre-espiga</b>	
09-nov	Kazumin (Kasugamicina) 1,5 l
	Agrigent (Sulfato de gentamicina, Oxitetraciclina) 0,3 kg
	Ciper (Cipermetrina) 0,25 l
	Curacron (Profenofos) 1 l
	NPK (N,P,K) 0,95 l
<b>Espiga</b>	
20-nov	Insector (Dimetoato) 1 l
	Ciper (Cipermetrina) 0,25 l
	Bacsan (Citrato de plata) 0,75 l
	Orizin (Iprobenfos) 1 l
	Dithane (Mancozeb) 1,5 kg

### 8.3 Fechas y productos de fertilización en el Lote Micos.<sup>25</sup>

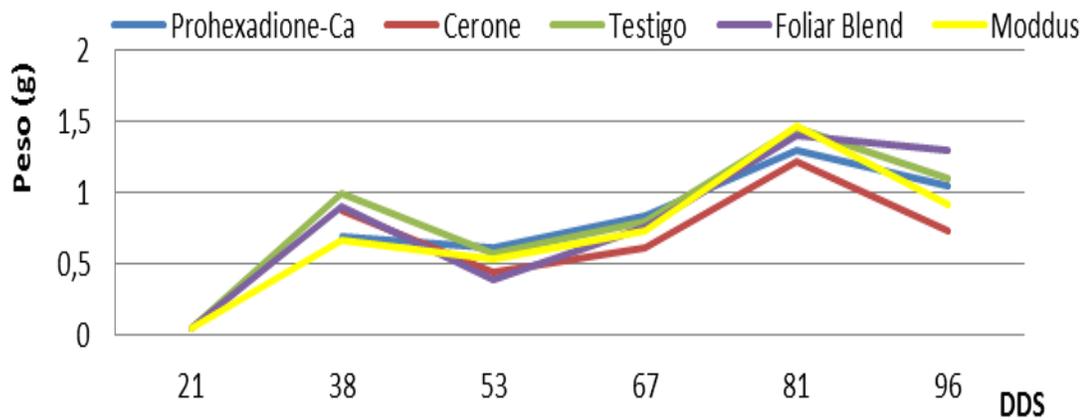
<b>Manejo de Fertilización Lote Micos</b>		
<b>Fecha</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis/ha</b>
<b>09-sep</b>	9-23-30	3,5 qq
<b>24-sep</b>	UREA	4 qq
<b>09-oct</b>	UREA	3 qq
<b>24-oct</b>	30-0-15	3 qq

### 8.4 Fecha de aplicación de productos en Lote Micos de Finca el Cerrito.<sup>26</sup>

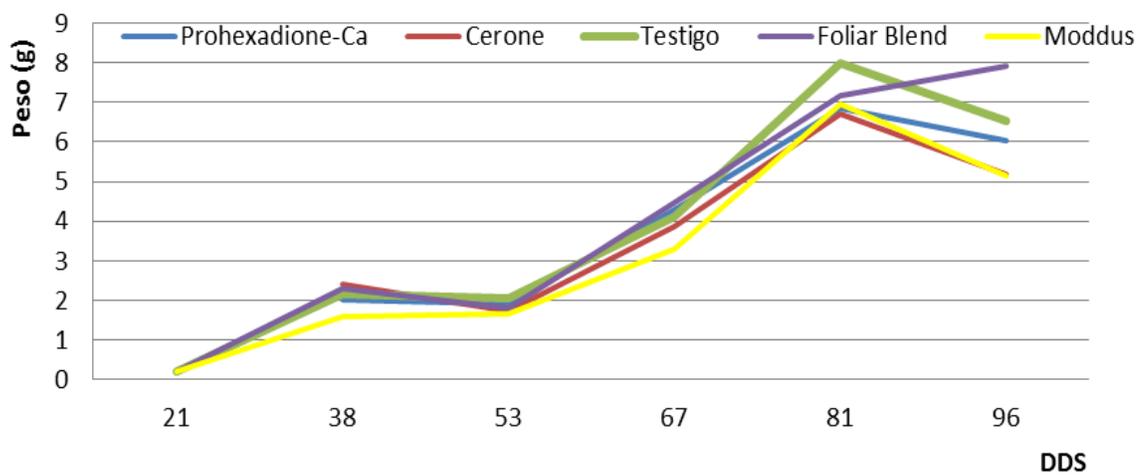
<b>Lote Micos</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Insumo utilizado</b>
<b>09-sep</b>	Abono
<b>17-sep</b>	Control de malezas
<b>24-sep</b>	Urea
<b>09-oct</b>	Urea
<b>21-oct</b>	Parchoneo
<b>24-oct</b>	Abono
<b>23-oct</b>	Ácaro
<b>27-oct</b>	Parchoneo
<b>09-nov</b>	Pre-espiga
<b>20-nov</b>	Espiga

<sup>25, 26</sup> Quirós, E. 2009. Descripción del manejo del lote Micos de la Finca el Cerrito. (Comunicación personal). Guardia. Liberia. Finca el Cerrito

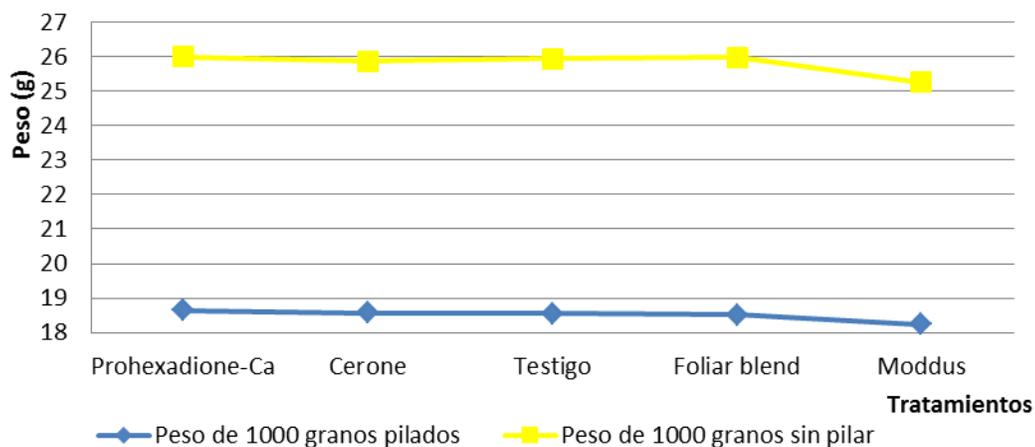
8.5 Curva de crecimiento sobre el efecto de los reguladores de crecimiento sobre el peso seco de la raíz de arroz.



8.6 Curva de crecimiento sobre el efecto de los reguladores de crecimiento sobre el peso seco del tallo de arroz.



### 8.7 Peso de 1000 granos pilados y sin pilar bajo el efecto de diversos reguladores de crecimiento.



### 8.8 Reglamento Técnico RTCR 406:2007. Arroz en Granza. Especificaciones y Métodos de Análisis para la Comercialización e Industrialización (Nº 34487).

Términos utilizados:

- Arroz en granza seco y limpio: Lote de arroz en granza con 13% o menos de humedad y 1,5% o menos de impurezas.
- Grano dañado por calor: Granos de arroz pilado, entero y quebrado grueso, que tiene color café oscuro o rojizo en parte o en su totalidad, provocado por el sobrecalentamiento.
- Grano dañado: Granos de arroz pilado, entero y quebrado grueso, que presenta deterioro por acción de insectos, microorganismos, humedad o causas mecánicas. En esta definición no se incluyen los granos manchados o dañados por calor.
- Grano Manchado: Granos de arroz pilado, entero y quebrado grueso, que tiene una coloración amarillenta visible en parte o en su totalidad, que contrasta con el color característico del arroz.

- Grano quebrado grueso: Fracción de grano de arroz pilado, cuya longitud es menor a tres cuartos de la longitud del grano sin quebraduras, en la muestra.
- Grano rojo: Granos de arroz pilado, entero y quebrado grueso, que una estría de color rojo en toda su longitud o estrías parciales que sumadas sean igual o superior a la longitud del grano.
- Grano yesoso: Granos de arroz pilado, entero y quebrado grueso, que tiene al menos la mitad de su volumen de una apariencia similar al yeso o tiza. También se considera al que tiene un cincuenta por ciento o más de su superficie con esta apariencia.
- Rendimiento de grano entero: Es la cantidad de arroz pilado entero que se obtiene a partir de la muestra de ensayo de arroz en granza sin impurezas y se expresa en porcentaje. También se conoce como índice de pilada.
- Rendimiento de puntilla: Es la cantidad de puntilla que se obtiene a partir de la muestra de ensayo de arroz en granza, sin impurezas y se expresa en porcentaje.
- Rendimiento de quebrado grueso: Es la cantidad de grano quebrado grueso que se obtiene a partir de la muestra de ensayo de arroz en granza sin impurezas y se expresa en porcentaje.
- Rendimiento de semolina: Es la cantidad de semolina que se obtiene a partir de la muestra de ensayo de arroz en granza sin impurezas y se expresa en porcentaje.
- Semillas objetables: Semillas enteras o quebradas, diferentes al arroz en granza, presentes en el arroz pilado sin puntilla.

Más términos e información sobre el trabajo de laboratorio al que se someten las muestras de arroz en el reglamento técnico.

8.9 Cálculo del valor de arroz en granza con la Prohexadione-Ca (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE H Y S</b>		63.04 SACOS H Y S	PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>			
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	4.639,75	100,86 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (H)	20,5	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
IMPUREZA (I)	2,8	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>	<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>	
HUMEDAD ANÁLISIS	13	RENDIMIENTO ENTERO	60,0000	59,1000	394,2632	
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	REND. QUEBRADO GRUESO	6,3000	6,2055	197,1316	
FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)		RENDIMIENTO PUNTILLA	0,9000	0,8865	98,5658	
<b>FACTOR DE CONVERSIÓN 0,90173</b>		RENDIMIENTO SEMOLINA	11,8000	11,6230	98,5658	
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%		VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
1,0152284264		MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
<b>SACOS SECOS Y LIMPIOS 56,84531</b>		RENDIMIENTO ENTERO	¢23.300,96			
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>		REND. QUEBRADO GRUESO	¢1.223,30			
BASE HUMEDAD % (H)	13,000	RENDIMIENTO PUNTILLA	¢87,38			
BASE IMPUREZ % (I)	1,500	RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.145,63			
		VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO		<b>¢25.757</b>		
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
FACTORES DE CALIDAD	1. BONIFICACION	2. BASE	GRADOS DE CALIDAD		RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TECNICA
			3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0,2	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,5	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	<b>394,26</b>	0	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>				<b>GRADO 1</b>		
VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD					<b>PRECIO TOTAL</b>	
<b>¢26.152</b>					<b>¢1.486.592</b>	

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE H Y S</b>		63.04 SACOS H Y S	PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>			
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	4.639,75	100,86 QUINTALES H Y S	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>			
HUMEDAD (H)	23,1	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>	<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>	
IMPUREZA (I)	4,7	RENDIMIENTO ENTERO	60,5000	58,9153	394,2632	
HUMEDAD ANÁLISIS	12	REND. QUEBRADO GRUESO	6,9000	6,7193	197,1316	
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	RENDIMIENTO PUNTILLA	0,9000	0,8764	98,5658	
FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)		RENDIMIENTO SEMOLINA	10,9000	10,6145	98,5658	
<b>FACTOR DE CONVERSIÓN 0,85519</b>		VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%		MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
1,0268977187		RENDIMIENTO ENTERO	¢23.228,14			
<b>SACOS SECOS Y LIMPIOS 53,91139</b>		REND. QUEBRADO GRUESO	¢1.324,58			
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>		RENDIMIENTO PUNTILLA	¢86,39			
BASE HUMEDAD % (H)	13,000	RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.046,23			
BASE IMPUREZ % (I)	1,500	VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO		<b>¢25.685</b>		
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
FACTORES DE CALIDAD	1. BONIFICACION	2. BASE	GRADOS DE CALIDAD		RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TECNICA
			3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,6	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	<b>394,26</b>	0	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>				<b>GRADO 1</b>		
VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD					<b>PRECIO TOTAL</b>	
<b>¢26.080</b>					<b>¢1.405.987</b>	

8.10 Cálculo del valor de arroz en granza con el regulador Cerone® (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE HYS</b>		66.05 SACOS H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>		
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	4.788,00	104.09 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (Hi)	21,9	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
IMPUREZA (Ii)	3	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>		
HUMEDAD ANÁLISIS	12,8			RESULTADOS (%)	PRECIO POR CADA PUNTO %	
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	RENDIMIENTO ENTERO	58,6000	AJUSTE A S Y L	57,5886	
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b>		REND. QUEBRADO GRUESO	7,3000		7,1740	
FACTOR DE CONVERSIÓN	0,88403	RENDIMIENTO PUNTILLA	1,1000		1,0810	
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%		RENDIMIENTO SEMOLINA	11,8000		11,5863	
	1,0175622848	<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
SACOS SECOS Y LIMPIOS	57,51003	MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>		RENDIMIENTO ENTERO	¢22.705,07			
BASE HUMEDAD % (Hi)	13,000	REND. QUEBRADO GRUESO	¢1.414,22			
BASE IMPUREZ % (Ii)	1,500	RENDIMIENTO PUNTILLA	¢106,55			
		RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.143,00			
		<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
		¢25.369				
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>		<b>GRADOS DE CALIDAD</b>				
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO	RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TECNICA
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0,1	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,8	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	394,26	0	394,26	788,53		
		<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>				<b>GRADO 1</b>
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						<b>PRECIO TOTAL</b>
¢25.763						¢1.481.637

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE HYS</b>		66.05 SACOS H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>		
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	4.788,00	104.09 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (Hi)	22,5	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
IMPUREZA (Ii)	3,1	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>		
HUMEDAD ANÁLISIS	13			RESULTADOS (%)	PRECIO POR CADA PUNTO %	
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	RENDIMIENTO ENTERO	58,0000	AJUSTE A S Y L	57,1300	
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b>		REND. QUEBRADO GRUESO	7,7000		7,5845	
FACTOR DE CONVERSIÓN	0,87633	RENDIMIENTO PUNTILLA	1,3000		1,2805	
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%		RENDIMIENTO SEMOLINA	12,0000		11,8200	
	1,0152284264	<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
SACOS SECOS Y LIMPIOS	57,00938	MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>		RENDIMIENTO ENTERO	¢22.524,26			
BASE HUMEDAD % (Hi)	13,000	REND. QUEBRADO GRUESO	¢1.495,14			
BASE IMPUREZ % (Ii)	1,500	RENDIMIENTO PUNTILLA	¢126,21			
		RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.185,05			
		<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
		¢25.311				
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>		<b>GRADOS DE CALIDAD</b>				
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO	RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TECNICA
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,6	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	394,26	0	394,26	788,53		
		<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>				<b>GRADO 1</b>
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						<b>PRECIO TOTAL</b>
¢25.705						¢1.465.422

8.11 Cálculo del valor de arroz en granza del Testigo (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE HYS</b> KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S) 4,573,25 HUMEDAD (Hi) 21,9 IMPUREZA (Ii) 3 HUMEDAD ANALISIS 12,4 IMPUREZA DE ANÁLISIS 0		82,14 SACOS H Y S 99,42 QUINTALES H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>		
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b> FACTOR DE CONVERSIÓN <b>0,88403</b>		<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
<b>FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%</b> 1,022230018 <b>SACOS SECOS Y LIMPIOS</b> 54,93061		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b> RESULTADOS (%) AJUSTE A S Y L		<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>		
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b> BASE HUMEDAD % (H) 13,000 BASE IMPUREZ % (I) 1,500		RENDIMIENTO ENTERO 56,8000 REND. QUEBRADO GRUESO 9,3000 RENDIMIENTO PUNTILLA 1,1000 RENDIMIENTO SEMOLINA 11,8000		55,5648 <b>394,2632</b> 9,0978 197,1316 1,0761 98,5658 11,5434 98,5658		
		<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
		MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L COLONES RENDIMIENTO ENTERO ¢21.907,15 REND. QUEBRADO GRUESO ¢1.793,46 RENDIMIENTO PUNTILLA ¢106,06 RENDIMIENTO SEMOLINA ¢1.137,78				
		<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b> <b>¢24.944</b>				
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>		<b>GRADOS DE CALIDAD</b>		<b>RESULTADOS DE LABORATORIO</b>		
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		CALIDAD TECNICA
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,5	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
<b>Bonificación o descuento por grado</b>	<b>394,26</b>	<b>0</b>	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
		<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>		<b>GRADO 1</b>		
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b> <b>¢25.339</b>		<b>PRECIO TOTAL</b> <b>¢1.391.871</b>				

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE HYS</b> KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S) 4,573,25 HUMEDAD (Hi) 23,6 IMPUREZA (Ii) 3,6 HUMEDAD ANALISIS 13 IMPUREZA DE ANÁLISIS 0		82,14 SACOS H Y S 99,42 QUINTALES H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>		
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b> FACTOR DE CONVERSIÓN <b>0,85944</b>		<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
<b>FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%</b> 1,0152284264 <b>SACOS SECOS Y LIMPIOS</b> 53,40256		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b> RESULTADOS (%) AJUSTE A S Y L		<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>		
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b> BASE HUMEDAD % (H) 13,000 BASE IMPUREZ % (I) 1,500		RENDIMIENTO ENTERO 56,1000 REND. QUEBRADO GRUESO 9,2000 RENDIMIENTO PUNTILLA 1,4000 RENDIMIENTO SEMOLINA 12,9000		55,2585 <b>394,2632</b> 9,0620 197,1316 1,3790 98,5658 12,7065 98,5658		
		<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
		MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L COLONES RENDIMIENTO ENTERO ¢21.786,39 REND. QUEBRADO GRUESO ¢1.786,41 RENDIMIENTO PUNTILLA ¢135,92 RENDIMIENTO SEMOLINA ¢1.252,43				
		<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b> <b>¢24.961</b>				
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>		<b>GRADOS DE CALIDAD</b>		<b>RESULTADOS DE LABORATORIO</b>		
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		CALIDAD TECNICA
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0,1	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,2	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
<b>Bonificación o descuento por grado</b>	<b>394,26</b>	<b>0</b>	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
		<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>		<b>GRADO 1</b>		
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b> <b>¢25.355</b>		<b>PRECIO TOTAL</b> <b>¢1.354.044</b>				

8.12 Cálculo del valor de arroz en granza con el regulador Foliar Blend® (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE H Y S</b>		64,17 SACOS H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>		
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	4.722,75	102,67 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (Hi)	22,8	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
IMPUREZA (Ii)	3,4	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>	<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>	
HUMEDAD ANÁLISIS	12,6	RESULTADOS (%)	AJUSTE A S y L			
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	RENDIMIENTO ENTERO	60,7905	394,2632		
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b>		REND. QUEBRADO GRUESO	5,2947	197,1316		
<b>FACTOR DE CONVERSIÓN</b>	<b>0,87024</b>	RENDIMIENTO PUNTILLA	0,8863	98,5658		
<b>FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%</b>		RENDIMIENTO SEMOLINA	11,2000	98,5658		
	1,0198961433	<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
<b>SACOS SECOS Y LIMPIOS</b>	<b>55,84137</b>	<b>MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L</b>	<b>COLONES</b>			
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>		RENDIMIENTO ENTERO	¢23.967,46			
<b>BASE HUMEDAD % (H)</b>	<b>13,000</b>	REND. QUEBRADO GRUESO	¢1.043,74			
<b>BASE IMPUREZ % (I)</b>	<b>1,500</b>	RENDIMIENTO PUNTILLA	¢67,65			
		RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.082,40			
		<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
		<b>¢26.161</b>				
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>	<b>GRADOS DE CALIDAD</b>				<b>RESULTADOS DE LABORATORIO</b>	<b>CALIDAD TÉCNICA</b>
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0,1	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,8	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (N°)	2	10	20	35	0	1
<b>Bonificación o descuento por grado</b>	<b>394,26</b>	<b>0</b>	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>				<b>GRADO 1</b>		
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>					<b>PRECIO TOTAL</b>	
<b>¢26.556</b>					<b>¢1.482.897</b>	

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE H Y S</b>		64,17 SACOS H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>¢24.315,00</b>		
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	4.722,75	102,67 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (Hi)	21,8	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
IMPUREZA (Ii)	3,9	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>	<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>	
HUMEDAD ANÁLISIS	12,7	RESULTADOS (%)	AJUSTE A S y L			
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	RENDIMIENTO ENTERO	55,2649	394,2632		
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b>		REND. QUEBRADO GRUESO	8,2456	197,1316		
<b>FACTOR DE CONVERSIÓN</b>	<b>0,87695</b>	RENDIMIENTO PUNTILLA	1,2761	98,5658		
<b>FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%</b>		RENDIMIENTO SEMOLINA	12,8000	98,5658		
	1,0187292141	<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
<b>SACOS SECOS Y LIMPIOS</b>	<b>56,27193</b>	<b>MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L</b>	<b>COLONES</b>			
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>		RENDIMIENTO ENTERO	¢21.788,93			
<b>BASE HUMEDAD % (H)</b>	<b>13,000</b>	REND. QUEBRADO GRUESO	¢1.625,46			
<b>BASE IMPUREZ % (I)</b>	<b>1,500</b>	RENDIMIENTO PUNTILLA	¢125,78			
		RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.238,45			
		<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
		<b>¢24.779</b>				
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>	<b>GRADOS DE CALIDAD</b>				<b>RESULTADOS DE LABORATORIO</b>	<b>CALIDAD TÉCNICA</b>
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0,2	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,5	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (N°)	2	10	20	35	0	1
<b>Bonificación o descuento por grado</b>	<b>394,26</b>	<b>0</b>	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>				<b>GRADO 1</b>		
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>					<b>PRECIO TOTAL</b>	
<b>¢25.173</b>					<b>¢1.416.527</b>	

8.13 Cálculo del valor de arroz en granza con el regulador Moddus® (Fuente: Diego Jiménez, Laboratorio de Análisis de Calidad de CONARROZ, 2010).

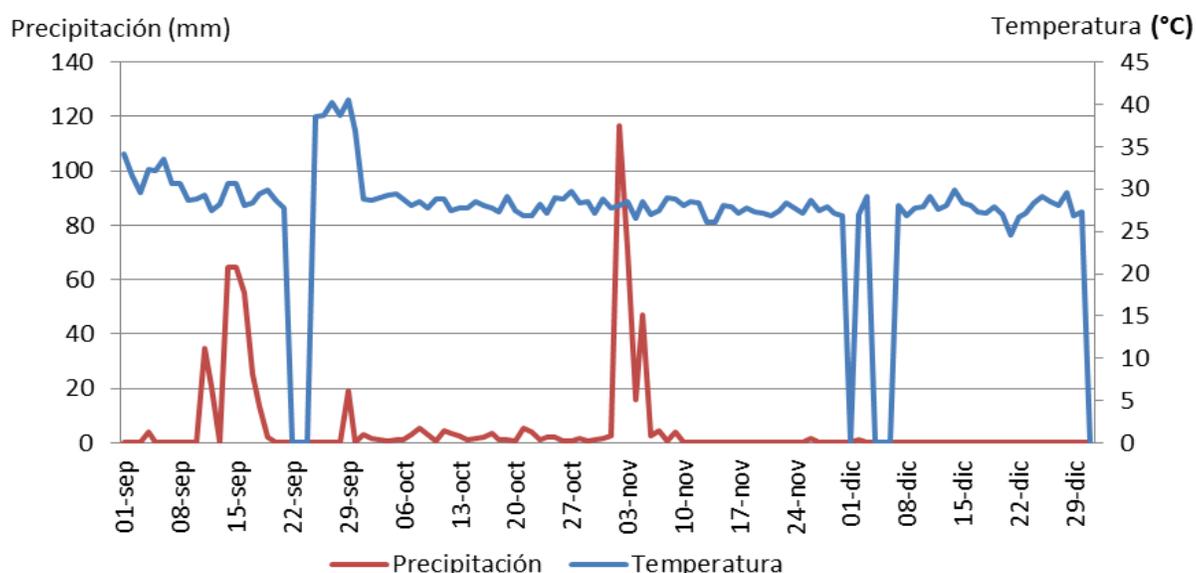
1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE HYS</b>		73.70 SACOS H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>€24.315,00</b>		
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	5.424,00	117,91 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (H)	22,5	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
IMPUREZA (I)	4,1	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>		
HUMEDAD ANÁLISIS	12,2			<b>RESULTADOS (%)</b>		
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0			<b>AJUSTE A S y L</b>		
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b>				<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>		
<b>FACTOR DE CONVERSIÓN</b>	<b>0,86729</b>	<b>RENDIMIENTO ENTERO</b>		60,9000		
		<b>REND. QUEBRADO GRUESO</b>		6,3000		
		<b>RENDIMIENTO PUNTILLA</b>		0,9000		
		<b>RENDIMIENTO SEMOLINA</b>		11,5000		
<b>FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%</b>				1,0245638602		
<b>SACOS SECOS Y LIMPIOS</b>				<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		
<b>63,91557</b>				<b>MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L</b>		
				<b>COLONES</b>		
				<b>RENDIMIENTO ENTERO</b>		
				<b>REND. QUEBRADO GRUESO</b>		
				<b>RENDIMIENTO PUNTILLA</b>		
				<b>RENDIMIENTO SEMOLINA</b>		
				<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		
				<b>€25.840</b>		
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>						
<b>BASE HUMEDAD % (H)</b>	<b>13,000</b>					
<b>BASE IMPUREZ % (I)</b>	<b>1,500</b>					
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>		<b>GRADOS DE CALIDAD</b>				
		1. BONIFICACION		2. BASE		
		3. DESCUENTO		4. DESCUENTO		
		RESULTADOS DE LABORATORIO		CALIDAD TECNICA		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0,1	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,7	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
<b>Bonificación o descuento por grado</b>	<b>394,26</b>	<b>0</b>	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
		<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>		<b>GRADO 1</b>		
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>€26.234</b>		<b>PRECIO TOTAL</b>				
		<b>€1.676.781</b>				

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
<b>CONDICIONES INICIALES DE HYS</b>		73.70 SACOS H Y S		PRECIO VIGENTE (MEIC) <b>€24.315,00</b>		
KILOGRAMOS RECIBIDOS (H Y S)	5.424,00	117,91 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (H)	19,7	<b>2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>				
IMPUREZA (I)	7,3	<b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>		
HUMEDAD ANÁLISIS	13			<b>RESULTADOS (%)</b>		
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0			<b>AJUSTE A S y L</b>		
<b>FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)</b>				<b>PRECIO POR CADA PUNTO %</b>		
<b>FACTOR DE CONVERSIÓN</b>	<b>0,86864</b>	<b>RENDIMIENTO ENTERO</b>		56,7000		
		<b>REND. QUEBRADO GRUESO</b>		8,4000		
		<b>RENDIMIENTO PUNTILLA</b>		1,7000		
		<b>RENDIMIENTO SEMOLINA</b>		12,2000		
<b>FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%</b>				1,0152284264		
<b>SACOS SECOS Y LIMPIOS</b>				<b>VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		
<b>64,01499</b>				<b>MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L</b>		
				<b>COLONES</b>		
				<b>RENDIMIENTO ENTERO</b>		
				<b>REND. QUEBRADO GRUESO</b>		
				<b>RENDIMIENTO PUNTILLA</b>		
				<b>RENDIMIENTO SEMOLINA</b>		
				<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO</b>		
				<b>€25.000</b>		
<b>BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC</b>						
<b>BASE HUMEDAD % (H)</b>	<b>13,000</b>					
<b>BASE IMPUREZ % (I)</b>	<b>1,500</b>					
<b>3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>FACTORES DE CALIDAD</b>		<b>GRADOS DE CALIDAD</b>				
		1. BONIFICACION		2. BASE		
		3. DESCUENTO		4. DESCUENTO		
		RESULTADOS DE LABORATORIO		CALIDAD TECNICA		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	0,5	1
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	0,5	1
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
<b>Bonificación o descuento por grado</b>	<b>394,26</b>	<b>0</b>	<b>394,26</b>	<b>788,53</b>		
		<b>GRADO DE CALIDAD OBTENIDO</b>		<b>GRADO 1</b>		
<b>VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD</b>						
<b>€25.394</b>		<b>PRECIO TOTAL</b>				
		<b>€1.625.612</b>				

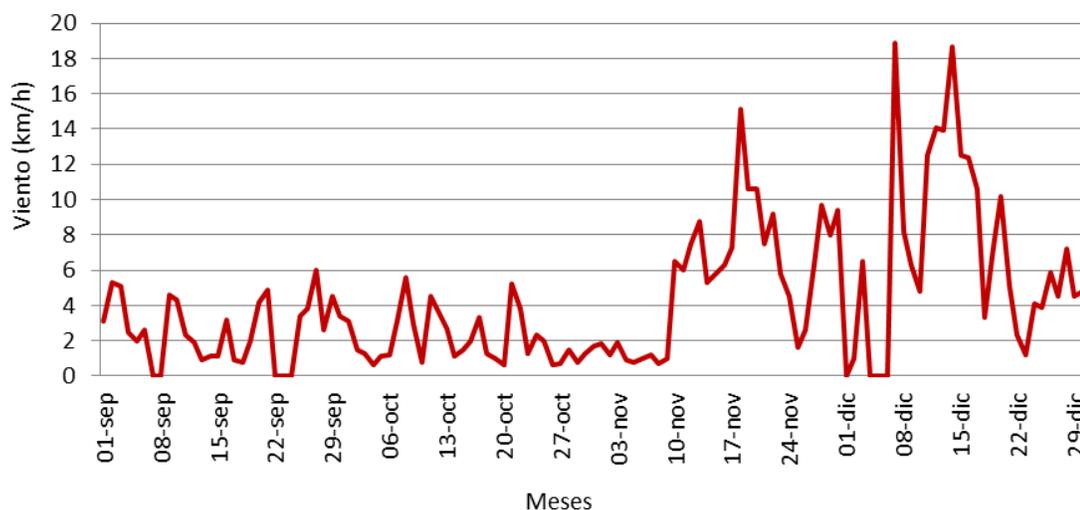
8.14 Datos climaticos mensuales durante el periodo de desarrollo de la investigación productos agrícolas sobre el cultivo del arroz. Guardia. Liberia. 2009.

Fecha	Temperatura °C			Radiación Solar (wat/m <sup>2</sup> )	Humedad Relativa %	Lluvia (mm)	ETP (mm)	Viento (Km/h)
	Media	Máxima	Mínima					
Septiembre	32,02	36,56	27,43	357,48	73,07	303,20	7,33	2,83
Octubre	28,29	32,55	24,00	24,00	87,52	64,20	7,98	2,07
Noviembre	27,66	32,34	22,90	1310,73	78,57	8,89	7,02	5,50
Diciembre	27,82	29,93	22,39	314,15	69,15	0,05	6,71	7,87

8.15 Temperatura (°C) diaria media y precipitación (mm) acumulada diaria durante el periodo de desarrollo de la investigación productos agrícolas sobre el cultivo del arroz. Guardia. Liberia. 2009.



8.16 Velocidad del viento (km/h) diaria durante el periodo de desarrollo de la investigación con productos agrícolas sobre el cultivo de arroz. Guardia. Liberia. 2009.



8.17 Analisis de suelo de finca El Cerrito. Guardia. Liberia. 2009.

FAX:	2494-5298	ANÁLISIS:	QC_MO,CO,N_TRel.C/N)
PROVINCIA:	ALAJUELA	FECHA RECEPCIÓN:	16/06/2010
CANTÓN:	GRECIA	EMISIÓN DE REPORTE:	28/06/2010
		Nº DE MUESTRAS TOTAL:	15
CULTIVO:	ARROZ	PÁGINA:	1/2

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS														
Solución Extractora: <b>KCl-Olsen Modificado</b>		pH	cmol(+)/L					%	mg/L					
			H <sub>2</sub> O	ACIDEZ	Ca	Mg	K		CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe
ID USUARIO	ID LAB	5.5	0.5	4	1	0.2	5		10	3	1	10	5	
CAMARONERA	CAMARONERA	S-10-03491	6.8	0.15	15.55	6.07	0.09	21.86	0.7	6	1.4	9	38	6
CERRITO BC	CERRITO BC	S-10-03500	6.1	0.12	27.58	15.13	0.89	43.72	0.3	12	2.8	13	35	335
CERRITO PA	CERRITO A	S-10-03499	5.8	0.24	21.75	10.91	0.85	33.75	0.7	25	4.1	13	104	546
CERRITO PB	CERRITO B	S-10-03496	6.3	0.17	28.63	15.44	0.46	44.70	0.4	10	2.6	15	54	430
FUNDACION	FUNDACION	S-10-03504	6.2	0.13	30.14	14.41	0.69	45.37	0.3	14	1.6	10	36	230
MICOS PB 6-9	MICOS 6-9 B	S-10-03492	6.8	0.13	30.47	15.02	0.57	46.19	0.3	11	2.1	13	35	263
MICOS A 6-9	MICOS 6-9 A	S-10-03494	6.7	0.15	33.24	15.51	0.53	49.43	0.3	9	2.6	16	44	294
MICOS PA 4-5	MICOS 1-5 A	S-10-03497	6.7	0.12	31.58	11.89	0.50	44.09	0.3	9	2.6	12	25	80
MICOS PB-1	MICOS 1-5 B	S-10-03493	6.8	0.15	28.55	12.68	0.50	41.88	0.4	7	1.4	12	30	106
PLAYITAS A	PLAYITAS A	S-10-03495	5.6	0.19	33.83	16.35	0.65	51.02	0.4	11	3.9	18	68	139
PLAYITAS B	PLAYITAS B	S-10-03501	5.8	0.13	35.37	17.27	0.60	53.37	0.2	7	2.9	16	36	157
TAJO	TAJO	S-10-03505	6.1	0.17	19.83	8.55	0.90	29.45	0.6	19	3.2	10	89	98
TERRAZAS PA	TERRAZAS A	S-10-03498	5.9	0.12	27.30	16.24	0.38	44.04	0.3	10	3.3	16	34	190
TERRAZAS PB	TERRAZAS B	S-10-03503	6.3	0.13	28.38	16.93	0.38	45.82	0.3	6	2.6	13	16	29
TRIANGULO	TRIANGULO	S-10-03502	6.2	0.15	28.92	13.62	0.40	43.09	0.3	6	2.3	14	18	41

Los valores debajo de cada elemento corresponden con los Niveles Críticos generales para la solución extractora usada  
 CICE=Capacidad de Intercambio de Cationes Efectiva/Ácido+Ca+Mg+K SA=Porcentaje de Saturación de Acidez=(Acidez/CICE)\*100