

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES, FERTILIZANTES
FOLIARES Y EL CAOLÍN, SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y
EN LA PRODUCCIÓN DE LA VARIEDAD DE ARROZ (*Oryza sativa*) CR-4477
EN FINCA LA VEGA, SAN CARLOS, ALAJUELA, COSTA RICA

EFRAÍN TELLO GÓMEZ

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía del
Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

SEDE REGIONAL SAN CARLOS

2012

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES, FERTILIZANTES FOLIARES Y EL CAOLÍN, SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y EN LA PRODUCCIÓN DE LA VARIEDAD DE ARROZ (*Oryza sativa*) CR-4477 EN FINCA LA VEGA, SAN CARLOS, ALAJUELA, COSTA RICA

EFRAÍN TELLO GOMEZ

Miembros del tribunal examinador.

Ing. Agr. José Gerardo Chaves Alfaro, MAP

Asesor

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, MSc.

Jurado

Ing. Agr. Sergio Torres Portuguez, MSc.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez. MAE

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Olger Murillo B. MSc

Director
Escuela de Agronomía

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que me ha brindado la vida y la salud para concluirlo; a mi familia que me ha apoyado en todas mis pruebas superadas y en las que no también; y principalmente a mi novia Daniela, que ha sido mi pie de apoyo, en los momentos difíciles y que gracias a ella mis metas académicas han sido alcanzadas.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme vida y salud y darme la oportunidad de llegar hasta aquí y permitirme cumplir mi sueño.

A mis padres, don Mario Tello y doña Nuria Gómez, que siempre me han brindado su apoyo condicional (terminar mis estudios) y que han puesto mi nombre en sus oraciones.

A mi hermano Mario Tello, que fue mi consejero y amigo, y el que me ayudaba cuando había problemas económicos.

A mi novia Daniela Torres Briones, que se convirtió en esa espina que me mantenía atento a mis obligaciones y que gracias a ella, he logrado culminar este importante proyecto académico.

A mis profesores de agronomía; Ing. Gerardo Chaves, Ing. Joaquín Durán, Ing. Luis A. Camero, Ing. Sergio Torres, Ing. Parménides Furcal, Ing. Fernando Gómez, Ing. Carlos Arce y al Ing. Olger Murillo, que me apoyaron en las diversas etapas de mi carrera y principalmente en el desarrollo de este trabajo.

A las señoritas Andrea y Yendri, asistentes de agronomía que revolvieron el mundo para ayudarme a cumplir con los requisitos correspondientes a este proyecto.

A mis segundas madres Edna, Noidy, Liz, Kattia, Maria, Xinia A, Xinia C, Marta y Heidi, del departamento del DEVESA y Biblioteca, las cuales fueron mis orientadoras a tiempo completo, siendo mujeres ejemplares en mi vida.

A mis compañeros y amigos Roberto, Mario, Onofre y a todos los que a lo largo de mi trayecto en el Tecnológico, han aportado su granito de arena, para contribuir a lograr mis metas.

A la compañía BIOAGRO/AGROSOIL INTERNACIONAL, al Dr. Rubén Ortiz, Ing. Maynor Santana e Ing. Lissette Hernández, que brindaron todos los productos y gran parte de los materiales, equipos e información requerida en este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
TABLA DE CONTENIDOS	iii
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE CUADROS DE ANEXOS	xi
INDICE DE FIGURAS DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general.	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.2.1. Hipótesis técnica:	3
1.2.2. Hipótesis estadística.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del cultivo del arroz	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Clasificación taxonómica del arroz	4
2.2. Morfología de la planta de arroz	4
2.2.1. Órganos vegetativos.....	4
2.2.1.1. Raíz	4
2.2.1.2. Tallo.....	5

2.2.1.3.	Hoja	5
2.2.2.	Órganos reproductivos	6
2.2.2.1.	Inflorescencia.....	6
2.2.2.2.	Grano.....	6
2.3.	Fenología de la planta de arroz	7
2.3.1.	Fase vegetativa	7
2.3.1.1.	Etapas de crecimiento de la fase vegetativa.....	7
2.3.2.	Fase reproductiva.....	9
2.3.2.1.	Etapas de crecimiento de la fase reproductiva	9
2.3.3.	Maduración.....	10
2.3.3.1.	Etapas de crecimiento de la fase de maduración	11
2.4.	Ecología del cultivo.....	12
2.4.1.	Características climáticas.....	12
2.4.1.1.	Temperatura	12
2.4.1.2.	Precipitación	13
2.4.1.3.	Radiación solar	13
2.4.1.4.	Viento.....	13
2.4.1.5.	Humedad relativa.....	13
2.5.	Nutrición del arroz	14
2.5.1.	Elementos esenciales en el arroz.....	14
2.5.1.1.	Nitrógeno (N)	14
2.5.1.2.	Fósforo (P).....	15
2.5.1.3.	Potasio (K)	16
2.5.1.4.	Azufre (S).....	17
2.5.1.5.	Zinc (Zn)	17
2.5.1.6.	Magnesio (Mg).....	17
2.5.1.7.	Calcio (Ca)	18
2.5.1.8.	Hierro (Fe)	18
2.5.1.9.	Silicio (Si).....	18
2.5.1.10.	Manganeso (Mn)	19

2.5.1.11.	Molibdeno (Mo)	19
2.5.1.12.	Boro (B).....	19
2.5.1.13.	Cobre (Cu)	20
2.5.2.	Requerimientos nutricionales del arroz	20
2.6.	Reguladores de crecimiento empleados en el cultivo del arroz.....	22
2.6.1.	Citocininas.....	22
2.6.2.	Giberelinas	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	Ubicación del experimento	25
3.2.	Periodo del experimento.....	25
3.3.	Material varietal utilizado	25
3.4.	Siembra	26
3.5.	Área experimental y tratamientos	26
3.5.1.	Área experimental	26
3.5.1.	Características químicas del suelo	28
3.5.2.	Tratamientos	28
3.5.2.1.	Descripción del manejo de la Finca (testigo)	31
3.5.2.2.	Descripción de los productos.....	31
3.5.2.3.	Aplicación de los tratamientos	32
3.6.	Diseño experimental.....	32
3.7.	Variables a evaluar.....	33
3.7.1.	Variables de crecimiento	33
3.7.1.1.	Índice de macollamiento	33
3.7.1.2.	Altura de la planta.....	34
3.7.2.	Componentes del rendimiento.....	35
3.7.2.1.	% de efectividad (Tallos Efectivos)	35
3.7.2.2.	Frecuencias de Longitud de Panículas.....	35

3.7.2.3.	Número de granos totales, llenos y vanos por panícula	37
3.7.2.4.	Peso de 1000 granos.....	37
3.7.3.	Rendimiento	37
3.7.4.	Calidad Molinera.....	38
3.8.	Metodología para el análisis de datos	38
3.8.1.	Modelo estadístico:.....	38
3.8.2.	Pruebas	39
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1.	Variables de crecimiento	40
4.1.1.	Índice de macollamiento.....	40
4.1.2.	Altura de la planta.....	41
4.2.	Componentes del rendimiento.....	42
4.2.1.	Porcentaje de efectividad (tallos efectivos)	42
4.2.2.	Frecuencias de longitud de panículas	43
4.2.3.	Número de granos totales, llenos y vanos por panícula	46
4.2.4.	Peso de 1000 granos	49
4.3.	Rendimiento	51
4.4.	Calidad molinera.....	56
4.4.1.	Rendimiento de la pilada	56
4.4.2.	Rendimiento de grano entero (%)......	57
5.	CONCLUSIONES.....	60
6.	RECOMENDACIONES	61
7.	LITERATURA CITADA.	62
8.	ANEXOS	68

INDICE DE CUADROS

NÚMERO	TÍTULO	PÁGINA
1.	Valores de temperatura para cada fase de desarrollo del arroz (°C).....	12
2.	Rangos óptimos y niveles críticos para que se puedan presentar deficiencias y toxicidades en la planta de arroz.....	21
3.	Kilogramos de nutrientes absorbidos en grano y paja, para producir 1 tonelada métrica de grano.	22
4.	Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos Alajuela, 2011.....	30
5.	Tabla para el análisis de varianza	39
6.	Índices de macollamiento (IM) presentado por la variedad CR-4477 en los distintos tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.....	40
7.	Porcentaje de tallos efectivos que presentó la variedad CR-4477 para todos los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela.....	43
8.	Frecuencia de panículas mostradas según tamaño de estas, obtenidas a partir de los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.....	46
9.	Porcentaje de granos vanos según tratamientos aplicados a la variedad de arroz CR-4477. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.....	48
10.	Peso de 1000 granos a un 13% de humedad. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.	50

11. Rendimiento agronómico en kilogramos por hectárea a un 14 % de humedad, que mostró la variedad CR-4477 en todos los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011..... 52
12. Diferencia entre los aportes de nutrientes por medio del suelo, con el requerimiento total esperado de elementos, para alcanzar el rendimiento presentado en el tratamiento Testigo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011. 55

INDICE DE FIGURAS

NÚMERO	NOMBRE	PÁGINA
1.	Detalle de la ubicación de todas las unidades experimentales en el lote 3a, Finca La Vega, San Carlos, Alajuela. Tomado del plano de la Finca La Vega ITCR, San Carlos.	27
2.	Croquis detallado de las parcelas experimentales. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.....	28
3.	Distribución aleatoria de los tratamientos y de las diferentes unidades experimentales en el campo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.....	33
4.	Detalle gráfico de la metodología para la toma de datos de altura de la planta de arroz. Tomado y editado por Tello, 2012.	34
5.	Componentes morfológicos de la panícula de arroz, empleados para determinar la longitud de esta. Tomado y editado por Tello, 2012.....	36
6.	Rangos para la clasificación de las longitudes de panículas. Tomado y editado por Tello, 2012.	36
7.	Altura de la planta en cm, para los diferentes tratamientos aplicados a la variedad CR-4477. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela.....	42
8.	Frecuencias de longitud de panículas mostrada por la variedad CR-4477 en los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.....	44
9.	Rendimiento de la pilada (en porcentaje), obtenido por cada tratamiento aplicado a la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.....	57

10.	Rendimiento del grano entero (en porcentaje), para cada tratamiento aplicado a la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.....	58
-----	---	----

INDICE DE CUADROS DE ANEXOS

NÚMERO	TÍTULO	PÁGINA
1.	Precipitación media mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.....	72
2.	Temperatura media mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.....	72
3.	Temperatura media máxima mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.	72
4.	Temperatura media mínima mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.	72
5.	Porcentaje de HR media mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.	72
6.	Análisis de laboratorio de la parcela experimental, correspondiente al lote 3a, Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.2010.	73
7.	Análisis de la varianza de los índices de macollamiento presentado por las distintas unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.....	73
8.	Análisis de la varianza para la altura de la planta a los 100 Días Después de Emergencia (DDE, presentada por las unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.....	73
9.	Análisis de la varianza para el porcentaje de efectividad (tallos efectivos), presentado por las unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.....	74

10.	Análisis de la varianza para las frecuencias de panículas pequeñas en todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	74
11.	Análisis de la varianza para las frecuencias de panículas medianas en todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	74
12.	Análisis de la varianza para las frecuencias de panículas grandes en todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	75
13.	Análisis de la varianza del rendimiento alcanzado por las distintas unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	75
14.	Análisis de la varianza para el peso de 1000 granos presentado por las unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	75
15.	Análisis de la varianza para el porcentaje de la merma presentada en las panículas pequeñas, para todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	76
16.	Análisis de la varianza para el porcentaje de la merma presentada en las panículas medianas, para todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	76
17.	Análisis de la varianza para el porcentaje de la merma presentada en las panículas grandes, para todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.	76

INDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

NÚMERO	TÍTULO	PÁGINA
1.	Plano de distribución de áreas de la Finca “La Vega” del Tecnológico de Costa Rica.....	68
2.	Etiqueta del bioestimulante foliar GreenSol 48®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2005.....	69
3.	Etiqueta del bioestimulante foliar GreenSol 70®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2005.....	69
4.	Etiqueta del fertilizante foliar Biofoliar 1 (8-16-16)®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2004.....	70
5.	Etiqueta del bioestimulante foliar Impulse (13-0-40) ®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2007.....	70
6.	Etiqueta del caolín (Surround WP®). Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: TK 2011.....	71

RESUMEN

Con el propósito de introducir alternativas más eficientes en el manejo agronómico del cultivo del arroz, se evaluó la aplicación de 1 fertilizante y 3 bioestimulantes foliares, y el caolín, como complemento del manejo convencional de una Finca, para mejorar los caracteres agronómicos, productivos y la calidad del grano, de la variedad de arroz CR-4477. Esta evaluación, se realizó en Finca La Vega, del Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, Alajuela, Costa Rica. La zona presenta una precipitación anual de 3100 mm, una temperatura media de 30,2°C y una humedad relativa media de 95%. Bajo estas condiciones, se establecieron 8 tratamientos compuestos por un testigo T1 (manejo convencional de la Finca) y la aplicación de 5 productos; Surround WP®, Greensol 70®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® e Impulse 13-0-40®, por separado (T2, T3, T4, T5 y T6 respectivamente) y juntos T7 (Greensol 70®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® e Impulse 13-0-40)® y T8 (Surround WP®, Greensol 70®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® e Impulse 13-0-40). Las condiciones del terreno y demás componentes ambientales, permitieron emplear un diseño irrestricto al azar con tres repeticiones. Las evaluaciones consistieron en variables de crecimiento como índice de macollamiento y altura de la planta, variables de los componentes del rendimiento como porcentaje de efectividad (tallos efectivos), frecuencias de longitud de panículas, números de granos totales, vanos y llenos por panícula y el peso de 1000 granos, además, se evaluó el rendimiento agronómico y la calidad molinera (rendimiento de la pilada y porcentaje de grano entero). El análisis de los datos reflejó que ningún tratamiento generó estadísticamente, diferencias significativas ($p > 0,05$) en las variables evaluadas, esto es, que la aplicación del Surround WP®, el Greensol 70®, el Greensol 48®, el Biofoliar 1 (8-16-16)® y el Impulse 13-0-40, por separado y en conjunto, en las dosis utilizadas, no ocasionó efecto sobre el comportamiento agronómico, productivo y la calidad del grano de la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela.

Palabras claves: Arroz, variedad CR-4477, fertilizantes foliares, bioestimulantes foliares, caolín, comportamiento agronómico, comportamiento productivo, calidad del grano

ABSTRACT

In order to introduce more efficient alternatives in the handling of rice cultivation, was assessed the implementation of 1 fertilizers and 3 foliar biostimulants, and kaolin, as complement to the conventional management of a property, to improve agronomic and productive traits, and grain quality of the rice variety CR-4477. This evaluation was done on La Vega farm, of the Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, Alajuela, Costa Rica. The area has an annual rainfall of 3100 mm, an average temperature of 86 °F and an average relative humidity of 95%. Under these conditions, 8 treatments were established composed by a witness T1 (conventional handling of the property) and the application of 5 products; Surround WP ®, Greensol 70 ®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® and Impulse 13-0-40®, separately (T2, T3, T4, T5 and T6 respectively) and together; T7 (Greensol 70 ®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® and Impulse 13-0-40®) and T8 (Surround WP®, Greensol 70 ®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® and Impulse 13-0-40®). Land conditions and other environmental factors, allowed an unrestricted random design with three replications. Evaluations consisted of growth variables as tillering ability and plant height, variable yield components as percentage of effectiveness (effective stems), panicle length frequencies, total number of grains, filled and vain per panicle and 1000 grain weight also evaluated the grain yield and grain quality (husking performance and percentage of whole grain). The data analysis showed that treatments didn't caused statistically significant difference ($p > 0.05$) in the assessed variables, namely that the application of Surround WP®, Greensol 70®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® and Impulse 13-0-40®, separately and together, in the doses used, caused no effect on the agronomic and productive traits and grain quality of rice variety CR-4477 on La Vega farm, San Carlos, Alajuela.

Keywords: Rice, CR-4477 variety, foliar fertilizer, foliar biostimulants, kaolin, agronomic traits, productive traits, grain quality.

1. INTRODUCCIÓN

El arroz, es el principal producto de la canasta básica de los costarricenses. Según CONARROZ (2011), para el 2009, este alcanzó un consumo *per capita* de 50,98 kg, representando una demanda de 231.256,00 TM de arroz pilado para ese año. Sin embargo, la producción nacional, de la mano de 1350 productores, solo abarcó poco más de la mitad de la oferta de arroz en el mercado, de ahí, que gran parte del arroz que consumieron los costarricenses, fue importado.

La cadena del arroz a nivel nacional está representada por un conjunto de 25 agroindustrias (molinos), encargadas del secado, pilado, empaque y comercialización del arroz a los mayoristas (supermercados, acopiadores, entre otros). La mayoría de estas agroindustrias, cuentan con grandes Fincas arroceras, que suplen una gran parte del arroz que procesan (Calvo 2004). Por lo general, estas Fincas son especializadas, lo que determina una estructura de costos más baja.

El déficit de producción de arroz de las Fincas integradas a la agroindustria, es suplido con la producción de los pequeños y medianos productores, además de la importación de arroz. Por su parte, la empresa agroindustrial toma como prioridad, el procesar su producción y en segunda instancia, los demás oferentes, según la necesidad, calidad y precio de su producción (Chaves 2010). No obstante, el arroz que es importado, tiene muchas ventajas sobre el arroz nacional, entre estas ventajas están: que la oferta de este no tiene estacionalidad, es de excelente calidad molinera y los precios son inferiores al arroz de Costa Rica.

El panorama nacional, muestra claramente, que la producción arroceras de la mano de pequeños y medianos productores, se encuentra en un completo estado de desventaja competitiva. Por tal motivo, es estrictamente necesario que estos productores, reestructuren la forma tradicional de producción y esta nueva forma de producir, no debe estar enfocada en aumentar el uso de los insumos para aumentar las cosechas, sino, que debe estar orientada en el

empleo de nuevas alternativas que hagan más eficiente el uso de los insumos, para aumentar producción y rentabilidad del sistema.

Según Chaves (2011)¹, ya existen productores que están transformando sus sistemas productivos, empleando nuevos insumos que ayuden a aumentar la productividad. Sin embargo, las casas comercializadoras, carecen de información validada científicamente sobre el efecto que tienen sus productos sobre los componentes productivos del arroz. De esta manera, surge la necesidad de validar las nuevas alternativas disponibles en el mercado, para brindar información científica a los productores y que influya en la toma de decisiones.

Las alternativas de fertilización foliar, han sido frecuentemente utilizadas en el manejo de la nutrición del cultivo, ya que el arroz, al ser de ciclo corto, demanda gran cantidad de nutrientes y además, las condiciones de alta precipitación en la zona, hacen que el manejo de la nutrición por medio del suelo, sea muy ineficiente debido a la pérdida de nutrientes. No obstante, para que la nutrición de un cultivo se base en la fertilización foliar, debe realizarse estudios científicos, que validen los beneficios de este método y posibles alternativas para hacer más eficiente su uso en la agricultura.

1.1. Objetivos.

1.1.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar; Biofoliar 1 (8-16-16)[®], de los bioestimulantes; Greensol 70[®], Greensol 48[®] e Impulse (13-0-40)[®], y del caolín (Surround WP[®]), sobre el comportamiento agronómico, productivo y molinero de la variedad de arroz CR-4477.

¹ Chaves A, JG. 2011. Situación actual de la producción arrocería en Costa Rica (entrevista). San Carlos, CR. Tecnológico de Costa Rica. Comunicación personal.

1.1.2. Objetivos específicos.

- ✓ Determinar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar; Biofoliar 1 (8-16-16)®, de los bioestimulantes; Greensol 70®, Greensol 48® e Impulse (13-0-40)®, y del caolín (Surround WP®), sobre el índice de macollamiento y la altura de la planta en la variedad de arroz CR-4477.
- ✓ Evaluar el efecto de los tratamientos, sobre los componentes del rendimiento, como el porcentaje de efectividad, las frecuencias de longitud de panículas, el número de granos totales, llenos y vanos por panícula y el peso de 1000 granos, en la variedad de arroz CR-4477
- ✓ Comparar la producción en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de la variedad de arroz CR-4477, entre los diferentes tratamientos.
- ✓ Comparar el efecto de los tratamientos sobre la calidad molinera de la variedad de arroz CR-4477.

1.2. Hipótesis.

1.2.1. Hipótesis técnica:

La aplicación de los productos Surround WP® (caolín), Greensol 70®, Greensol 48®, Biofoliar 1 (8-16-16)® y el Impulse (13-0-40)®, en complemento al manejo agronómico integral, produce el mayor efecto en las características agronómicas y en la producción de la variedad de arroz CR-4477.

1.2.2. Hipótesis estadística.

Hipótesis inicial o hipótesis nula (H_0): No existe diferencia estadística alguna entre las medias de los tratamientos.

Hipótesis alternativa (H_a): Hay diferencias estadísticas entre al menos dos de las medias de los tratamientos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo del arroz

2.1.1. Origen

Según Meneses (1995), el antepasado filogenético de la especie *Oryza sativa* es el *Oryza perennis*, que ha sido una especie ampliamente difundida en el mundo.

2.1.2. Clasificación taxonómica del arroz

Reino: Plantae

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumifloras

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoidea

Tribu: Oryzae

Subtribu: Oryzineas

Género: *Oryza*

Especie: *sativa*

Tipos: Japonica,
indica y javánica

2.2. Morfología de la planta de arroz

2.2.1. Órganos vegetativos

2.2.1.1. Raíz

La raíz es el órgano que conforma la parte subterránea de la planta, cumpliendo las funciones de absorción de agua y nutrientes y de anclaje de la planta.

Durante el proceso de germinación, se forma a partir del grano, una pequeña raíz poco ramificada, a la cual se le denomina raíz seminal o temporal, esta sobrevive un corto periodo, para dar lugar a la formación entre

los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, de las raíces secundarias, adventicias o permanentes (Encuentro Internacional de Arroz 2008).

En las etapas iniciales donde se forman las raíces definitivas, estas mantienen un color blanco, son poco ramificadas y relativamente gruesas, sin embargo, conforme avanza el crecimiento, estas se alargan, se adelgazan y ramifican abundantemente (Tascón y García 1985).

2.2.1.2. Tallo

Es el órgano que determina la altura de la planta. Está compuesto por nudos y entre nudos en forma alterna. Los entrenudos maduros, son huecos y finamente estriados, y en la parte más baja del tallo, estos son cortos y conforman una sección sólida de mayor espesor y diámetro que los superiores (De Datta c1986).

El macollamiento se da a partir del tallo principal en orden alterno, formándose los retoños primarios en los nudos más bajos y a partir de estos, los secundarios y a su vez, de estos salen los terciarios y así sucesivamente (Tascón y García 1985). El conjunto de macollas y el tallo principal, forman la planta de arroz. El proceso de macollamiento termina con la formación de los primordios florales, sin embargo, posterior a este proceso, puede reanudarse, pero en este caso, en muy pocas ocasiones se emiten tallos fértiles.

A partir de cada nudo se forma una hoja, la cual por medio de la vaina envuelve completamente el entrenudo superior. Además, también se forma una yema entre el nudo y la base de la vaina de la hoja, y que puede dar origen a una macolla o tallo secundario (Encuentro Internacional de Arroz 2008).

El número total de macollas, así como el número y la longitud de los entrenudos, son caracteres de identificación varietal, que pueden variar según las condiciones ambientales y de cultivo, pero que en una misma condición, estos valores son constantes (CIAT 2005).

2.2.1.3. Hoja

La hoja es el principal órgano fotosintéticamente activo de una planta. En el arroz, estas se caracterizan por estar distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. Están formadas por la lámina, el cuello y la vaina que es la parte

de la hoja cuya base se localiza en un nudo y cubre el entrenudo superior. La lámina, es una estructura de tipo lineal, alargada y angosta, que en la cara superior (haz) presenta venas paralelas y una nervadura central prominente conformando el sistema vascular (Encuentro Internacional de Arroz 2008).

En la unión de la vaina con la lámina (el cuello), se encuentran la lígula y las aurículas. La primera, es una estructura triangular apergaminada o membranosa que aparece como una prolongación de la vaina. Las aurículas, corresponden a un par de apéndices con forma de hoz y con pequeños dientes en la parte convexa (CIAT 2005).

En la parte superior del tallo, donde se forma la panícula, se encuentra la hoja bandera, que es más corta y ancha que el resto de las hojas. Según Tascón y García (1985), esta hoja es el principal suministro de fotosintatos empleados en la formación y crecimiento de los granos, y su tamaño, esta correlacionado con la fertilización nitrogenada.

2.2.2. Órganos reproductivos

2.2.2.1. Inflorescencia

Las flores de la planta de arroz, están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, la cual se encuentra ubicada a partir del último nudo del tallo o nudo ciliar (llamado así por su semejanza a un aro ciliado). Este carece de hojas y yemas, no obstante, a partir de este se pueden formar la primera o las cuatro primeras ramificaciones de la panícula (CIAT 2005).

El eje principal de la panícula, denominado raquis está constituido al igual que el tallo de nudos y entrenudos. A partir de los nudos, se forman las ramificaciones en pares o individuales, las cuales a su vez dan origen a ramificaciones secundarias y de estas brotan las espiguillas (Encuentro Internacional de Arroz 2008). La espiguilla es la unidad básica de la inflorescencia. Según Tascón y García (1985), en el género *Oryza* esta se compone de tres flores, sin embargo, solo una se desarrolla.

2.2.2.2. Grano

El fruto del arroz, es un ovario maduro, seco e indehiscente. Consta de la cáscara formada por varias capas, el embrión, situado en el lado ventral de

la semilla y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación (De Datta c1986).

El grano de arroz desprovisto de la cáscara, es un cariósido que se le conoce como arroz integral, debido a que aún conserva el pericardio de color marrón rojizo o púrpura. En el endospermo, se almacena el almidón, siendo este, la parte para el consumo humano. Según Tascón y García (1985), en los arroces comunes de endospermo no ceroso o no glutinoso la fracción almidonosa contiene amilosa más amilopectina. En las variedades con endospermo glutinoso o ceroso la fracción almidonosa está compuesta íntegramente por amilopectina.

2.3. Fenología de la planta de arroz

2.3.1. Fase vegetativa

Esta comprende, desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula. Determina el número de tallos que representan el número de panículas y también define el número y condición de las hojas que serán de gran relevancia en la fase reproductiva. Algo importante de destacar, es que en esta fase, se establecen el número y tamaño de las espiguillas de la panícula (López 1991).

2.3.1.1. Etapas de crecimiento de la fase vegetativa

Etapas 0: Germinación a emergencia

El proceso de germinación inicia con la absorción de agua e intercambio gaseoso. Al proceso de absorción de agua se le llama imbibición, el cual ocurre en las primeras 18 horas. Cuando el contenido de agua de la semilla a aumentado en un 25-35 %, inicia el proceso de activación que es caracterizado por una serie de cambios metabólicos que al final dan con la aparición de la punta blanca del coleóptilo y seguidamente, el coleóptilo emerge y aparece la primera hoja (Encuentro Internacional de Arroz 2008).

Según Tascón y García (1985), la emergencia en sistemas de siembra directa, ocurre en un periodo de 5-10 días, cuando la primera hoja, la cual carece de lámina, rompe el coleóptilo y viene a ser visible sobre la superficie del suelo.

Etapa 1: Plántula

Inicia en la emergencia y finaliza inmediatamente antes de aparecer el primer macollo. Hasta que se forma la tercera hoja en la planta, esta se alimenta de las reservas contenidas en el endospermo y cuando se produce la cuarta hoja, la planta inicia con el proceso fotosintético, con la absorción de nutrientes y se independiza de la semilla. A partir de aquí en adelante, la acumulación de materia seca en la planta ocurre rápidamente (González y Zamorano 2009).

Al final de esta etapa, la radícula y raíces seminales desaparecen y se forman raíces secundarias adventicias que serán permanentes y cuando se completa la formación de la quinta hoja, inicia la emergencia del primer hijo en la base de la planta (Tascón y García 1985).

Etapa 2: Macollamiento

Comprende desde la aparición del primer hijo, hasta que la planta alcanza el máximo de estos. Es la etapa más larga ya que tarda de 45-50 días en variedades tempranas (UNNE 2007).

El primer hijo, por lo general se desarrolla a partir de la yema ubicada en la segunda hoja del tallo principal. Los hijos primarios, emergen secuencialmente del primero, segundo, tercero y siguientes nudos del tallo principal. Posteriormente, a partir de los hijos primarios, se forman los hijos secundarios y de estos, los terciarios (Encuentro Internacional de Arroz 2008).

Los macollos presentan un crecimiento muy activo, a tal punto de ser difíciles de distinguir del tallo principal. Además, representan un componente del rendimiento (determina posible número de panículas) de gran importancia en cuanto al manejo agronómico del cultivo, ya que dependiendo del número de tallos que se formen, se varían las densidades de siembra requeridas (UNNE 2007).

El arroz, se caracteriza por su amplia capacidad de macollamiento, lo que ha permitido manejar una gran diversidad de densidades de siembra. Esta capacidad de ahijamiento, se ve afectada negativamente, en algunas

ocasiones por la lámina de agua en suelos inundados y por las sustancias tóxicas que se encuentran en esta. No obstante, condiciones como amplio espaciamiento, alta frecuencia de lluvias y la aplicación nitrogenada, favorecen el ahijamiento, aumentando el número de hijos, tanto productivos como infértiles, por lo que se recomienda la aplicación nitrogenada a mediados del ahijamiento y no al final de esta etapa (Encuentro Internacional de Arroz 2008).

Etapa 3: Elongación del tallo

Esta etapa, es la que define la altura final de la planta. Abarca desde que el cuarto entrenudo del tallo principal comienza a hacerse notable en longitud, hasta cuando está totalmente elongado. Según Tascón y García (1985), en variedades tardías, la elongación termina cuando emerge la panícula, sin embargo, en variedades de porte bajo y de ciclo corto, el cuarto entrenudo solo llega a crecer de 1 a 3 cm antes que la panícula sea visible, pero continua alargándose hasta que la panícula emerja por completo. Es importante resaltar que en estas variedades, los demás entrenudos por debajo del cuarto, nunca llegan a elongarse, además, en esta etapa, la planta puede seguir generando macollos.

2.3.2. Fase reproductiva

A partir de la iniciación de la panícula hasta la floración. Incluye todos aquellos procesos fisiológicos que llevan a la formación del grano.

2.3.2.1. Etapas de crecimiento de la fase reproductiva

Etapa 4: Inicio de panícula o primordio

Marca el fin de la etapa vegetativa y el inicio de la fase reproductiva. Inicia con la diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento, sin embargo, el primordio no llega a ser visible, sino hasta los 10-11 días posteriores, en el extremo del punto de crecimiento, como una estructura cónica y plumosa que marca el final de esta etapa (González y Zamorano 2009).

En la transición entre la diferenciación del nudo del cuello y los primordios de las espiguillas, se define el número de granos localizados en la panícula. Además, es en este momento cuando el rendimiento se ve más

afectado por las condiciones de manejo. Debido a esto, según autores del Encuentro Internacional de Arroz (2008), es de suma importancia identificar con precisión esta etapa, ya que de ello depende la correcta ejecución o supresión de actividades agronómicas para afectar positivamente a la planta y aumentar los rendimientos.

Para observar y determinar el inicio de esta etapa, es necesario contar con un equipo adecuado como lupas y navajas de corte fino, para separar las vainas que cubren el entrenudo más elongado. En la base de este entrenudo, se encuentra el primordio (Chaves 2010).

Etapa 5: Desarrollo de la panícula o embuchamiento

Al final del proceso de diferenciación del primordio, después de formadas todas las partes, la panícula continua desarrollándose dentro de la vaina de la hoja bandera y avanza hacia la parte superior de la planta, ocasionando un hinchamiento de la vaina, fenómeno que se le conoce como embuchamiento (Encuentro Internacional de Arroz 2008).

La hoja bandera, mantiene su crecimiento durante esta etapa hasta casi emerger totalmente. El final de esta etapa, está marcado por la exersión o salida parcial de la panícula, a través de la vaina de la hoja bandera (González y Zamorano 2009).

Etapa 6: Floración

Posterior a la emergencia de la panícula, se da la apertura de las espiguillas, proceso que es seguido por una serie de mecanismos como la anthesis o salida de las anteras en el tercio superior de la panícula, después ocurre la dehiscencia o apertura de las anteras, y la caída del polen que al depositarse en el estigma, llega al ovario y lo fertiliza. Las flores en el medio y en el tercio superior, se abren en los días sucesivos (Tascón y García 1985).

2.3.3. Maduración

Desde la floración hasta la madurez total de los órganos.

2.3.3.1. Etapas de crecimiento de la fase de maduración

Etapa 7: Grano lechoso

Después de la fecundación de las flores, los carbohidratos que fueron almacenados durante el proceso de fotosíntesis en las hojas, y otros órganos de la planta, son translocados rápidamente hacia el grano, para llenarlo de un líquido blanco y de consistencia lechosa. Al quinto día posterior a la antesis, los granos aún mantienen el color verde, pero debido a su peso, la panícula sostenida verticalmente, se dobla en arco a 90° (González y Zamorano 2009).

Según Tascón y García (1985), al final, las hojas basales continúan secándose mientras que la hoja bandera y las dos inmediatamente inferiores son verdes. Estas hojas, se encargan a su vez de producir el 85% de los fotosintatos que van al grano, causando una rápida ganancia de su contenido de materia seca.

Etapa 8: Grano pastoso

Durante esta etapa, la porción lechosa del grano se transforma primero en una masa suave, que posteriormente se torna más dura. También, el color del grano empieza a cambiar de verde a amarillo, al igual que el cultivo, pero en este caso, es debido a la senescencia de los tallos y hojas inferiores (González y Zamorano 2009).

La panícula, dobla su punta en un arco de 180° y las ramas de la mitad del raquis, a 90°. Además, las últimas dos hojas (hoja bandera y la hoja inferior), comienzan a secarse (Tascón y García 1985).

Etapa 9: Grano maduro

Esta etapa, finaliza el ciclo de vida de la planta de arroz. En un periodo de 35-40 días posteriores a la floración, los granos alcanzan el estado de la madurez, sin embargo, debido al proceso de floración (de arriba hacia abajo), la maduración también se da en este sentido, encontrándose en una misma panícula, granos lechosos, pastosos y maduros (UNNE 2007).

El contenido de agua en el grano ha disminuido considerablemente (a un 20%), adquiriendo una coloración amarillo pajizo, aunque hay espiguillas que

no se desarrollaron y mantienen un color verde pálido. En la planta se pueden encontrar algunos hijos que no produjeron una panícula, a estos hijos se les llama no válidos o tallos no efectivos (Tascón y García 1985).

2.4. Ecología del cultivo

En un agroecosistema arrocero, la planta se encuentra rodeada por un medio ambiente condicionante compuesto por factores abióticos como la temperatura, humedad, luz y viento. Estos elementos, influyen fuertemente en la fenología y el comportamiento del cultivo, además, influye en la abundancia de las plagas. Según Meneses (1995), el hombre mediante sus acciones en el manejo del cultivo, modifica cada uno de estos factores, y por consiguiente, sus efectos sobre el cultivo.

2.4.1. Características climáticas

2.4.1.1. Temperatura

La temperatura, tiene un importante efecto en los procesos de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. Por su parte, el calor acelera los procesos biológicos, mientras las bajas temperaturas limitan el desarrollo del arroz e todas las etapas de crecimiento (Meneses 1995). Cada etapa fenológica del cultivo, se ve afectada por diferentes variaciones de temperatura, esto se puede observar en el Cuadro 1, donde se muestran los valores, mínimos, máximos y óptimos para el desarrollo de cada fase del cultivo.

Cuadro1. Valores de temperatura para cada fase de desarrollo del arroz (°C).

Fase de desarrollo	Temperatura		
	Mínima	Optima	Máxima
Germinación	8-13	30	40-42
Ahijamiento	19	30-34	40-43
Floración	22	30	36
Llenado del grano	12	20-25	-

Fuente: Meneses 1995.

2.4.1.2. Precipitación

Según Dobermann y Fairhurst (2000), en condiciones de secano, la principal o única fuente de agua del cultivo, son las lluvias. Estas deben ser reducidas en el momento de la preparación del cultivo, sin embargo, bajas precipitaciones, durante el desarrollo del cultivo, producen estrés por sequía. Chaves, citado por López (2006), indica que bajo condiciones de secano, se requiere en promedio de 5 a 10 mm de lluvia por día.

2.4.1.3. Radiación solar

La radiación solar incidente sobre el cultivo, está definida por la longitud del día, la máxima intensidad de radiación esperable en un día claro y la nubosidad. De esta manera, una mayor eficiencia de intercepción de la radiación incidente, mejora algunas variables como arquitectura de la planta, crecimiento foliar, el proceso de senescencia y hace más eficiente las practicas agronómicas (UNNE 2007).

2.4.1.4. Viento

Vientos fuertes, trastornan el proceso de fecundación, también, pueden producir daños mecánicos como partir las hojas, producir el acamado de las plantas y dificultar las labores de aviación agrícola. Por otro lado, la prevalencia de vientos muy débiles, disminuyen la intensidad de la evapotranspiración, lo que puede producir mayor estrés en la planta bajo condiciones de altas temperaturas. Por lo tanto, Meneses (1995), recomienda que el arroz debe cultivarse en zonas con vientos de velocidad lenta, para ofrecer un mejor suministro de CO₂, materia prima para la fotosíntesis.

2.4.1.5. Humedad relativa

La humedad relativa (HR) ejerce una gran influencia sobre el proceso de transpiración de la planta. A mayor HR menos transpiración y a menor HR, la planta puede llegar a un estado de estrés por exceso de flujo transpiratorio. Además, Chaves citado por López (2006), resalta que una alta humedad relativa (>90%) puede favorecer la incidencia de patógenos como *Pyricularia grisea*. Según Tascón y García (1985), una humedad relativa óptima para el cultivo está entre 80 y 90%.

2.5. Nutrición del arroz

Según Dobermann y Fairhurts (2000), debido al alto riesgo y a la baja eficiencia, la producción de arroz de secano se caracteriza por la poca aplicación de fertilizantes en el manejo del cultivo. Esto induce, a un bajo potencial de rendimiento, al estrés climático y abiótico en la planta, situaciones que limitan el retorno de las inversiones hechas al cultivo.

2.5.1. Elementos esenciales en el arroz

2.5.1.1. Nitrógeno (N)

Según Espinoza (2002), en un ambiente donde el arroz no encuentre limitaciones por su ambiente, el elemento nitrógeno, viene a ser el elemento más determinante del cultivo, interviniendo en gran proporción, en la producción de biomasa del cultivo.

El N, es un importante constituyente estructural de la clorofila, por lo que es importante en la fotosíntesis. Además, también forma parte de los aminoácidos y ácidos nucleicos. Según Dobermann y Fairhurts (2000), este elemento promueve el acelerado crecimiento de la planta, y afecta variables como el macollamiento, tamaño de la planta, el área foliar, el número de espiguillas llenas y el contenido de proteína del grano.

El amonio (NH_4^+) y el nitrato (NO_3^-), corresponden a las principales formas de N absorbido por la planta. Por su parte, el NO_3^- a diferencia del NH_4^+ (de poca movilidad) presenta una alta movilidad en la planta y además, este actúa en el balance entre cationes y aniones, y en la osmoregulación (Dobermann y Fairhurts 2000).

Los sistemas de arroz actuales, son muy intensivos, de esta manera, la demanda de nutrientes, como el nitrógeno (N) es muy elevada, y aunque un suelo sea muy fértil, este no es capaz de suplir las demandas de N del cultivo, por lo que la aplicación de N inorgánico, es estrictamente necesaria.

En sistemas de arroz de secano, el comportamiento del N aplicado en el suelo, está influenciado principalmente por una serie de factores de carácter ambiental, tales como sequía e inundación, las cuales, son difíciles de controlar por los agricultores. Además, estas condiciones presentan variaciones muy

extremas (ciclos húmedos seguidos de ciclos secos), lo que provoca la pérdida de nitrógeno por la denitrificación o lixiviación (Espinoza 2002).

La aplicación ineficiente y/o insuficiente del nitrógeno, puede generar una severa deficiencia de este en el cultivo. Tal deficiencia es revelada mediante síntomas muy claros como una pérdida de color de las hojas, las cuales se tornan de un verde claro con puntas amarillentas, y cuando la deficiencia de N es severa, puede producir un macollamiento reducido, plantas pequeñas y con menor número de hojas, además, un menor peso y número de granos por panícula (PPI 2002).

2.5.1.2. Fósforo (P)

El fósforo (P), es calificado como un elemento primario, a pesar de que los requerimientos del arroz por este elemento, es relativamente bajo. No obstante, el P cumple diversas funciones de gran importancia en la planta. Principalmente, está relacionado con los procesos de transferencia de energía, ya que es el componente principal del ATP (adenosina trifosfato), además, es esencial en diversos procesos como la fotosíntesis, respiración y otros procesos químico-fisiológicos como la diferenciación de las células y el desarrollo de los tejidos que forman los puntos de crecimiento de la planta. Una importante función estructural que desempeña el fósforo, es en la constitución de los ácidos nucleicos, los fosfolípidos, los azúcares y las grasas (Moreno 2007).

El P es un elemento de alta movilidad dentro de la planta, a pesar de que su movilidad en el suelo es relativamente baja. En el arroz, este nutriente es de gran importancia en las etapas iniciales del crecimiento, ya que promueve el desarrollo radical y el macollamiento de la planta. Sin embargo, este no deja de ser esencial en las etapas reproductivas del cultivo, ya que participa activamente en los procesos de floración y maduración (PPI 2002).

Según Moreno (2007), las formas de asimilación del P, corresponden a dos formas de ortofosfatos, el primario (H_2PO_4^-) y el secundario (HPO_4^{2-}). En el caso del primario, este se asimila 10 veces más rápido que el secundario. Las dos formas de absorción del P, corresponden al comportamiento de este elemento influenciado por el pH del medio, ya que en un pH entre 6,5-7,5 la

forma primaria se absorbe mayormente que la secundaria y en un pH alcalino mayor a 8,7 favorece la forma secundaria.

Una deficiencia de P, se da principalmente por el marcado efecto que tiene el medio sobre la absorción de este. Los síntomas básicos que presenta una planta deficiente, van desde un porte bajo, color oscuro del follaje, hojas erectas y macollaje reducido. Además, como efecto principal, el número de hojas, panículas y granos por panículas, se ve reducido. En deficiencias severas, puede mostrarse una coloración violeta en las hojas, debido a la producción de antocianinas (PPI 2002).

2.5.1.3. Potasio (K)

El potasio (K), es asimilado por las plantas en forma iónica K^+ . Este nutriente, se caracteriza por no poseer ningún papel estructural en la planta. Sin embargo, su presencia es imprescindible en esta, ya que participa en la síntesis de carbohidratos y proteínas, activando una gran cantidad de enzimas. La función de mayor carácter agronómico, es que este, mejora el régimen hídrico de la planta mediante, regulación del cierre y apertura de estomas y aumentando su tolerancia a las sequias y a la salinidad. Además, y muy importante, es que el potasio fortalece la tolerancia de las plantas a las enfermedades, ya que fortalece las paredes celulares (Moreno 2007).

Según Dobermann y Fairhursts (2000), a nivel de toda la planta, el K incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, retrasando el proceso de senescencia y como respuesta, una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo. Además, a diferencia del N y P el potasio no afecta caracteres como el macollamiento, sin embargo, afecta el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de estos.

En algunas ocasiones, una deficiencia de K, se puede mostrar como una deficiencia de otros nutrientes como el N y P. Sin embargo, es característico de una deficiencia de K, que se presente un fuerte amarillamiento en los bordes de las hojas jóvenes hacia el ápice y en las hojas viejas, se producen manchas de necrosamiento en la punta de estas. Además, las hojas son más cortas, agobiadas, de color verde oscuro y se marchitan en condiciones de sequía muy leve (PPI 2002).

2.5.1.4. Azufre (S)

El azufre (S), se absorbe del suelo en forma de aniones sulfato (SO_4^{-2}). Este elemento es constituyente fundamental de las proteínas, precisamente en los aminoácidos cisteína y metionina, también las vitaminas como la tiamina, biotina y la coenzima A, contienen azufre en su estructura (Salisbury y Ross 2000a).

La movilidad del azufre es baja en la planta, por lo que su deficiencia se presenta primero en las hojas jóvenes, resultando en un amarillamiento de toda la planta y clorosis marcada en las hojas jóvenes. Además, se da una reducción en el crecimiento de la planta, así como la producción de macollos, panojas más cortas y retraso en el desarrollo y la madurez de la planta (Dobermann y Fairhursts 2000).

2.5.1.5. Zinc (Zn)

El zinc (Zn), es indispensable para una gran diversidad de procesos bioquímicos mediados por enzimas en las plantas y en las cuales, el Zn es un importante constituyente. El Zn está relacionado con la producción de clorofila, la síntesis de citocromos y nucleótidos, el metabolismo de las auxinas, actividad de enzimas y mantenimiento de la integridad de la membrana (Salisbury y Ross 2000a).

El Zn es asimilado como catión Zn^{+2} y también como quelatos de zinc. Los inconvenientes, que se presentan por la falta de este elemento corresponden a clorosis en las nervaduras hacia la base de las hojas jóvenes, pérdida de turgor en las hojas, aparecen manchas y fajas cafés en las hojas inferiores que posteriormente se juntan. En casos severos de deficiencia de Zn, el macollamiento se reduce y puede detenerse completamente y el tiempo hasta la madurez puede prolongarse. Además, la falta de zinc, puede ocasionar el vaneamiento de los granos, debido a la esterilización de las espiguillas (PPI 2002).

2.5.1.6. Magnesio (Mg)

La forma de absorción del magnesio por la planta es el catión Mg^{+2} . Según Salisbury y Ross (2000), este elemento, es componente fundamental de la clorofila, por lo que es determinante en la fotosíntesis, además, la

esencialidad del magnesio se da porque este se recombina con el ATP, por lo que participa en diversas reacciones y porque activa diversas enzimas involucradas en el proceso de fotosíntesis, la respiración y la producción de ARN y ADN.

El Mg es un nutriente muy móvil, razón por la cual, los síntomas aparecen primero en hojas viejas. La FAO (2003), detalla algunos problemas ocasionados por la deficiencia de Mg. Cuando la deficiencia es leve, no se afecta el macollamiento ni la altura de la planta, sin embargo, las hojas se vuelven onduladas y agobiadas, además, se presenta una clorosis intervenal y a nivel productivo, se afecta la calidad molinera del grano. En casos de deficiencia severa, lo cual es poco usual, se afectan significativamente el desarrollo y producción de la planta (menor número de espiguillas y peso del grano).

2.5.1.7. Calcio (Ca)

Asimilado como Ca^{+2} , el calcio es un importante constituyente de la pared celular, manteniendo la integridad de esta y como activador enzimático, participa en la osmorregulación y mantenimiento del balance de cationes y aniones en las células. Este elemento es menos móvil que el Mg, por lo que los síntomas de su deficiencia se presentan primero en hojas bajas, las cuales se tornan blanquecinas en las puntas y además se curvan y se enrollan (Dobermann y Fairhursts 2000).

2.5.1.8. Hierro (Fe)

El hierro constituye parte de algunas enzimas y numerosas proteínas que trasladan electrones durante la fotosíntesis y la respiración. Su deficiencia se muestra en las hojas jóvenes por su baja movilidad. En estas hojas, se desarrolla una clorosis intervenal bastante pronunciada y en ocasiones la clorosis avanza hasta las venas, observándose la clorosis en la totalidad de la hoja. Además, la deficiencia de hierro, afecta negativamente la absorción de K (Salisbury y Ross 2000a).

2.5.1.9. Silicio (Si)

La planta requiere del sílice (Si), para desarrollar hojas, tallos y raíces fuertes. Este elemento es constituyente de la epidermis de los órganos de la

planta, por lo que una aplicación adecuada, incrementa el grosor de la capa de células epidérmicas, reduciendo la sensibilidad de la planta a plagas y enfermedades, además, las plantas de arroz presentan hojas y hábitos de crecimiento erectos (mayor eficiencia en captación de luz). Según Dobermann y Fairhursts (2000), una severa deficiencia de Si reduce el número de panículas por metro cuadrado y el número de espiguillas llenas por panícula y además, las plantas se hacen muy susceptibles al volcamiento.

2.5.1.10. Manganeso (Mn)

El manganeso es absorbido en la forma del catión Mn^{+2} . Es un componente esencial en la respiración celular, en el metabolismo del N, en reacciones de óxido-reducción y en la fotosíntesis, ya que actúa como activador de varias enzimas como la oxidasa, peroxidasa, deshidrogenasa, descarboxilasa, kinasa y la nitrato reductasa. De Datta (1986), menciona que la deficiencia de Mn se refleja con una clorosis intervenal de las hojas, las hojas recién formadas son pequeñas, angostas y de color verde claro. Además, se producen unas rayas cloróticas que avanzan de la punta a la base de las hojas, las cuales adquieren un color oscuro y se tornan necróticas y en el macollamiento, este no es afectado, pero el tamaño y peso de las plantas es muy reducido al igual que el sistema radical.

2.5.1.11. Molibdeno (Mo)

Asimilado como ion molibdato (MoO_4^{-2}), este elemento pasa a formar parte de la nitrato reductasa y la nitrogenasa. Según Walker-Simons *et al.* citado por Salisbury y Ross (2000), el Mo forma parte de una oxidasa que convierte el aldehído del ácido abscísico en la hormona ABA.

2.5.1.12. Boro (B)

Las plantas lo asimilan en forma de ácido bórico como tal (H_3BO_3) y en menor cantidad, como borato ($H_2BO_3^-$). Su función dentro de la planta es participar en el crecimiento celular de los tejidos meristemáticos, participar en la translocación de azúcares y en la regulación del metabolismo de carbohidratos e intervenir en la síntesis de aminoácidos (formación de proteínas). Su baja concentración dentro de la planta, ocasiona una inadecuada elongación de los

tubos del polen, y por consiguiente, la esterilidad de las espiguillas o un incompleto llenado del grano (Kass 1996; Salisbury y Ross 2000).

2.5.1.13. Cobre (Cu)

El cobre (Cu), es un elemento de gran relevancia en los procesos fisiológicos de la planta tales como el metabolismo del N, proteínas y hormonas. Además, participa activamente en la fotosíntesis, en la respiración celular y en la formación y fertilización del polen. Sus funciones radican en que este elemento es constituyente del ácido ascórbico y de las enzimas fenolasa y plastocianina y porque es un regulador de las reacciones de las enzimas y catalizador de las reacciones de óxido-reducción. La deficiencia de Cu, reduce el macollamiento y la viabilidad del polen y por consiguiente, se produce esterilidad de las espiguillas y se incrementa el número de granos vanos (Dobermann y Fairhurts 2000).

2.5.2. Requerimientos nutricionales del arroz

Para mantener un desarrollo óptimo y aumentar la productividad del cultivo y a la vez, evitar problemas de deficiencias y toxicidades de los elementos, estos se deben mantener en un rango óptimo dentro de la planta. En el arroz, existen órganos claves para evaluar el contenido de nutrientes según la etapa fenológica. Para el macollamiento, se evalúa el contenido en la hoja Y (ultima hoja completamente desarrollada de la planta) y/o toda la planta, para la etapa de floración, se muestrea la hoja bandera y/o toda la planta y para la etapa de la madures, se realiza la evaluación en todo el follaje (paja) (Dobermann y Fairhurts 2000).

El Cuadro 2, muestra los rangos óptimos que deben mantener los nutrientes dentro de la planta según etapa fenológica y los niveles críticos en los que se muestra una deficiencia y una toxicidad.

Cuadro 2. Rangos óptimos y niveles críticos para que se puedan presentar deficiencias y toxicidades en la planta de arroz.

Elemento	Etapa de crecimiento	Parte de la planta	Rango óptimo	Nivel crítico para la deficiencia	Nivel crítico para la toxicidad
N	Macollamiento-IP	Hoja Y	2,9-4,2%	<2,5%	>4,5%
	Floración	Hoja bandera	2,2-2,5%	<2,0%	
	Madurez	Paja	0,6-0,8%		
P	Macollamiento-IP	Hoja Y	0,2-0,4%	<0,10%	>0,50%
	Floración	Hoja bandera	0,2-0,3%	<0,18%	
	Madurez	Paja	0,1-0,15%	<0,06%	
K	Macollamiento-IP	Hoja Y	1,8-2,6%	<1,5%	>3,0%
	Floración	Hoja bandera	1,4-2,0%	<1,2%	
	Madurez	Paja	1,5-2,0%	<1,2%	
Zn	Macollamiento-IP	Hoja Y	25-50 mg Kg-1	<20 mg Kg-1	>500 mg Kg-1
	Macollamiento	Toda la planta	25-50 mg Kg-1	<10 mg Kg-1	>500 mg Kg-1
S	Macollamiento	Hoja Y		<0,16%	
	Macollamiento	Toda la planta	0,15-0,30 %	<0,11%	
	Floración	Hoja bandera	0,10-0,15%	<0,10%	
	Floración	Toda la planta		<0,07%	
	Madurez	Paja		<0,06%	
Si	Macollamiento	Hoja Y		<5%	
	Madurez	Paja	8-10%	<5%	
Mg	Macollamiento-IP	Hoja Y	0,15-0,30%	<0,12%	>0,5%
	Macollamiento-IP	Toda la planta	0,15-0,30%	<0,13%	
	Madurez	Paja	0,20-0,30%	<0,10%	
Ca	Macollamiento	Hoja Y	0,2-0,6%	<0,15%	>0,7%
	Macollamiento-IP	Toda la planta	0,3-0,6%	<0,15%	
	Madurez	Paja	0,3-0,5%	<0,15%	
Fe	Macollamiento	Hoja Y	75-150 mg Kg-1	<70 mg Kg-1	>300 mg Kg-1
	Macollamiento	Toda la planta	60-100 mg Kg-1	<50 mg Kg-1	
Mn	Macollamiento	Hoja Y	40-700 mg Kg-1	<40 mg Kg-1	>800 mg Kg-1
	Macollamiento	Toda la planta	50-150 mg Kg-1	<20 mg Kg-1	
Cu	Macollamiento	Hoja Y	7-15 mg Kg-1	<5 mg Kg-1	>25 mg Kg-1
	Madurez	Paja		<6 mg Kg-1	>30 mg Kg-1
B	Macollamiento	Hoja Y	6-15 mg Kg-1	<5 mg Kg-1	>100 mg Kg-1
	Madurez	Paja		<3 mg Kg-1	>100 mg Kg-1
Al	Macollamiento	Toda la planta	15-18 mg Kg-1	<5 mg Kg-1	>100 mg Kg-1

Tomado de: Dobermann y Fairhursts 2000.

A nivel productivo, existe una importante relación entre la producción de la planta de arroz y la cantidad de nutrientes que esta absorbe. En el Cuadro 3, se puede observar, las cantidades relativas de cada nutriente, que necesitan absorber las variedades modernas de arroz, para producir una tonelada métrica de grano.

Cuadro 3. Kilogramos de nutrientes absorbidos en grano y paja, para producir 1 tonelada métrica de grano.

Elemento	Rango típico observado (Kg t-1)	Promedio observado (Kg t-1)
N	15-20	17,5
P	2,5-3,5	3,0
K	14-20	17,0
Zn	0,04-0,06	0,05
S	1-3	1,8
Si	50-110	80
Mg	3-5	3,5
Ca	3-6	4
Fe	0,2-0,8	0,5
Mn	0,2-0,7	0,5
Cu	0,005-0,02	0,012
B	0,01-0,10	0,015

Adaptado de: Dobermann y Fairhurts 2000.

2.6. Reguladores de crecimiento empleados en el cultivo del arroz

Los reguladores de crecimiento o fitorreguladores, son sustancias de origen natural o sintético, que en concentraciones muy bajas, son capaces de intervenir en el metabolismo vegetal, activando o reprimiendo algún proceso (Salisbury y Ross 2000c).

2.6.1. Citocininas

Se le llaman citocininas, debido a que son compuestos que promueven la citocinesis (división del citoplasma). De esta manera, las citocininas regulan los fenómenos de dominancia apical y la iniciación de las raíces laterales. Además, estos compuestos retardan la senescencia y la degradación de la clorofila en hojas viejas (Srivastava 2002).

Según Jankiewicz (2003), las citocininas influyen en diversos procesos como la estimulación de la biosíntesis de los ácidos nucleicos y de diferentes proteínas, y enzimas como las proteasas y ribonucleasas. También regulan la morfogénesis, principalmente por suprimir la dominancia apical, lo que ocasiona el crecimiento de las yemas laterales. Por otro lado, las citocininas inhiben el desarrollo de las raíces.

Srivastava (2002), supone que la acción de la citocinina se basa en que esta se une al ARN de transferencia (tRNA) y provoca el funcionamiento de ciertos codones, controlando así la síntesis de proteínas o enzimas. Además, Jankiewicz (2003), destaca la formación de un complejo citocinina-proteína sobre la superficie de la membrana de los cloroplastos y que esta función puede desempeñar un papel significativo en la intensificación del proceso de fosforilación que ocurre en los cloroplastos. Estas proteínas, también pueden corresponder a receptores de los reguladores de crecimientos provenientes de otros órganos o de la aplicación exógena.

Aparecido *et al.* (2004), aplicaron citoquininas en conjunto con giberelinas en campo de arroz irrigado a los 43 días después de emergencia, a una dosis de 0,09 y 0,05 gramos respectivamente por hectárea y obtuvieron un efecto significativo en variables como el llenado del grano, peso de 1000 granos y el rendimiento de campo.

2.6.2. Giberelinas

Las giberelinas, poseen la capacidad de estimular el crecimiento de las plantas (estimulando la elongación de los entrenudos) y de órganos como los peciolos y pedicelos, a diferencia de otras hormonas. También, estas hormonas pueden suplir la necesidad que tienen algunas especies de un periodo inductivo de horas luz o frío, para iniciar el proceso de floración (Salisbury y Ross 2000c).

Según Srivastava (2002), cuando una semilla germina, los sistemas radical y aéreo en formación, toman los nutrientes minerales, almidones, grasas y proteínas, de las células de almacenamiento de la semilla. En granos, las giberelinas estimulan la síntesis y/o activación de diversas enzimas involucradas en la hidrólisis de los componentes que almacena el grano y los hace más fáciles de transportar a los sitios donde se da el crecimiento.

Los mecanismos de acción de las giberelinas, están basados en dos efectos. El primero, es la estimulación de la división celular en el ápice del tallo, ya que estimulan a las células que se encuentran en la fase G1 a entrar en la fase S, y acortan esta última. El aumento en el número de células, da como resultado un mayor crecimiento del tallo ya que todas las células pueden

crecer. Por otro lado, las giberelinas promueven en ocasiones el crecimiento celular, debido a que incrementan la hidrólisis de almidón, fructanos y sacarosa, originando moléculas de glucosa y fructosa, las cuales proporcionan energía a través de la respiración y disminuyen el potencial hídrico, lo que provoca la turgencia y expansión de la célula (Salisbury y Ross 2000c).

Las giberelinas libres, tienen poca capacidad de translocarse de un tejido a otro, y por lo general, permanecen en su sitio de producción o aplicación. Sin embargo, según Jankiewicz (2003), las aplicaciones de concentraciones bajas de AIA, estimula su transporte en la planta.

En arroz, experimentos realizados por Ortiz y García (2002), han demostrado que la aplicación de giberelinas, aumenta los rendimientos, así como el peso de 1000 granos y la exersión y longitud de la panícula. No obstante, estos mismos autores, no obtuvieron efecto alguno, en la aplicación de la giberelina sobre la calidad molinera del grano.

Martins *et al.* (2012), sometió a evaluación, el desempeño de una variedad enana de arroz, a diferentes dosis de giberelinas, en condiciones de invernadero y encontró que una concentración de 10 mg/l de giberelinas, generaba un efecto significativo en la elongación de las hojas y entrenudos de la planta.

Por otro lado, Chiarelo *et al.* (2007), encontraron que la aplicación de giberelinas en conjunto con citoquininas a una dosis por hectárea de 0,0125 y 0,0225 respectivamente, en el macollamiento, producía una mejora en el número de panículas por metro cuadrado. Además, aplicando esta misma dosis de productos en la diferenciación de la panícula, se obtiene un resultado positivo en cuanto al peso de 1000 granos. En cuanto al rendimiento, este se vio afectado cuando se aumentó la dosis de giberelinas y citoquininas a 0,025 y 0,045 respectivamente, en el macollamiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación del experimento

Este experimento se realizó en la Finca La Vega del Tecnológico de Costa Rica, ubicada en el distrito de Florencia, cantón de San Carlos, provincia de Alajuela, Costa Rica. La Finca se encuentra entre los 10°26' de latitud norte y 84°32' de longitud oeste y a una altura de 75 msnm. El área de la Finca que se utilizó para el experimento, comprende la sección destinada al cultivo de los granos básicos (ver croquis de la Finca en Anexos, Figura 11).

Las condiciones ambientales predominantes en la zona, comprenden una precipitación anual de 3100 mm, una temperatura media de 30,2°C y una humedad relativa media de 95%. Los promedios mensuales de cada componente climático, se pueden observar en los Anexos (Cuadro 12-16).

3.2. Periodo del experimento

El inicio del experimento, fue determinado por la siembra y el fin de este, fue definido por el momento de la cosecha. La siembra se realizó la segunda semana de mayo del 2011 y la cosecha se efectuó la cuarta semana de setiembre del mismo año. Durante estos aproximadamente 125 días, se desarrolló el trabajo de campo, aplicando los tratamientos y tomando las respectivas variables.

3.3. Material varietal utilizado

La variedad de arroz que se empleó para la realización del ensayo, fue la CR-4477, la cual posee las siguientes características (INTA *et al.* 2009):

- ✓ La altura promedio de la planta es de 93 cm.
- ✓ La cosecha es a los 115 DDE (Días Después de Emergencia).
- ✓ El macollamiento es intermedio.
- ✓ Es tolerante al acame.
- ✓ Tiene buena respuesta al nitrógeno.
- ✓ Buena respuesta a la baja intensidad de la luz.
- ✓ El rendimiento promedio es de 5-6,5 t/ha.
- ✓ Tiene buena calidad molinera con 15% de grano quebrado y un 69% de rendimiento molinero (pilada).

3.4. Siembra

El sistema de siembra fue bajo el método de labranza mínima, empleando una sembradora de chorro. Se empleó semilla certificada por la Oficina Nacional de Semillas.

Entre las características de la semilla empleada están:

- ✓ Porcentaje de germinación: 81,43.
- ✓ Peso de 1000 granos: 27,60 gramos.
- ✓ Porcentaje de impurezas: 2,90

Se utilizó una densidad de semilla comercial de 124,20 Kg (2,70 quintales) por hectárea. Tomando en cuenta el porcentaje de impurezas, el peso de 1000 granos y el porcentaje de germinación, esto representó un establecimiento de una población inicial teórica de 355 plantas por m².

3.5. Área experimental y tratamientos

3.5.1. Área experimental

La parcela donde se realizó el experimento, se ubicó en la sección de cultivos de granos básicos de la Finca La Vega, San Carlos, Alajuela (ver croquis de la Finca en Anexos Figura 11). El área específica donde se ubicaron las parcelas tratadas y el testigo, fue de 0,43 hectáreas ubicadas en el lote 3a (Figura 1).

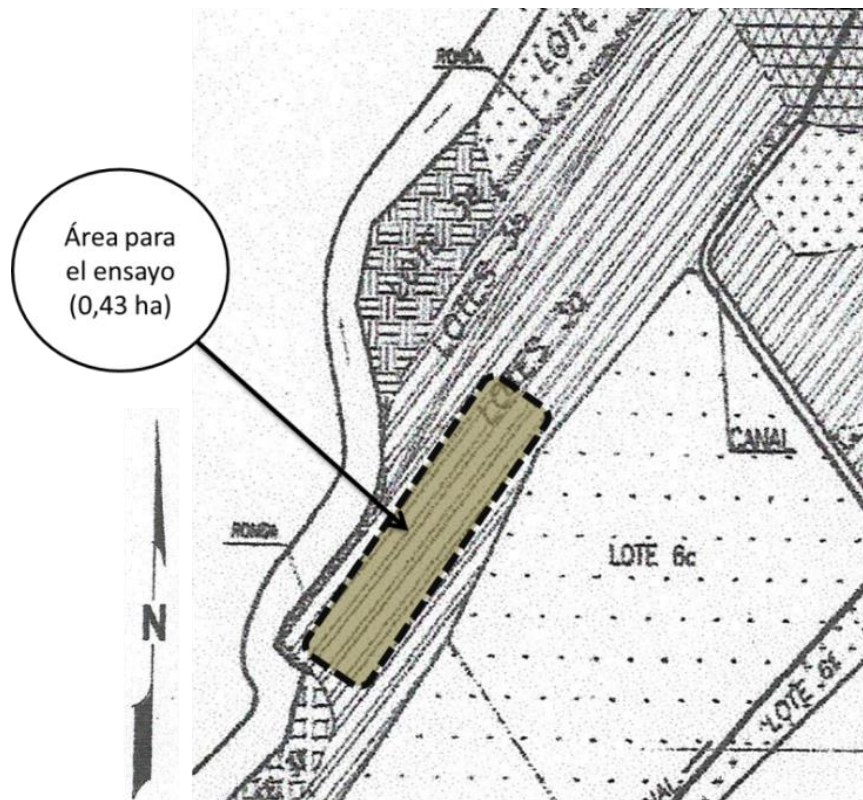


Figura 1. Detalle de la ubicación de todas las unidades experimentales en el lote 3a, Finca La Vega, San Carlos, Alajuela. Tomado del plano de la Finca La Vega ITCR, San Carlos.

Cada unidad experimental, estuvo conformada por un área total de 140 m² (10mx14m) y un área de parcela útil de 60 m² (6mx10m), además, se dejó un espacio entre unidades experimentales, de 2 metros, para dar un total entre parcelas efectivas de 6 metros. Este distanciamiento, se hizo para evitar posibles efectos de borde en los tratamientos. En la Figura 2 se puede observar, la constitución de las parcelas experimentales. El ancho de las parcelas, estuvo definido por los bloques que forma el paso del tractor en las aplicaciones del manejo convencional de la Finca.

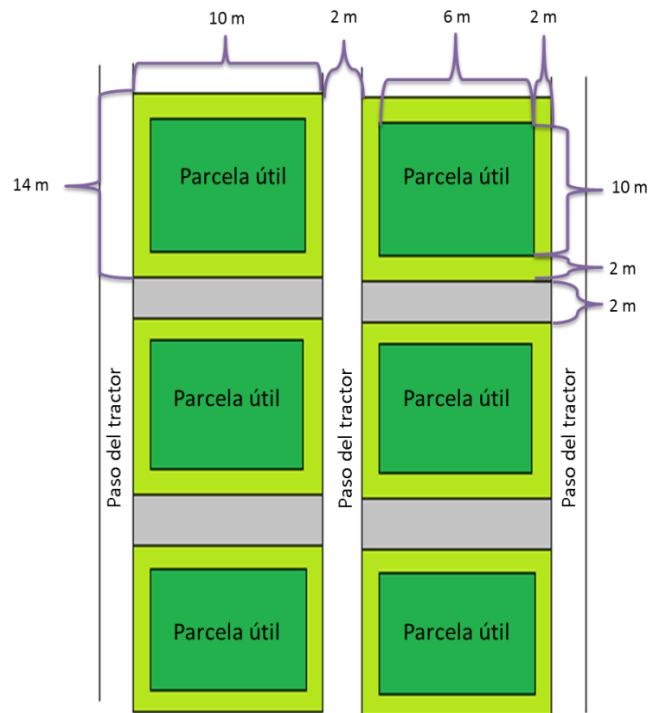


Figura 2. Croquis detallado de las parcelas experimentales. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

3.5.1. Características químicas del suelo

La composición química del suelo (análisis en Anexos) donde se ejecutó el experimento, para el 2010, presentó valores de fertilidad medios con una suma de cationes de 18,24, una capacidad de intercambio catiónico de 18,93 y una saturación de acidez de un 3,65 por ciento.

Con respecto a las relaciones entre las bases, el suelo presentó un equilibrio en cuanto a la relación entre el calcio y el magnesio Ca/Mg: 3,5 y entre el magnesio y el potasio Mg/K: 14,78. Por otro lado, en las relaciones entre el calcio y el potasio Ca/K: 51,78 y entre el calcio y magnesio con el potasio, se presentó, en ambas relaciones, una carencia del potasio respecto a los otros elementos, lo que indica que hay un desequilibrio entre las bases.

3.5.2. Tratamientos

El experimento consistió en la evaluación de 8 tratamientos en relación a un testigo relativo correspondiente al manejo convencional de la Finca y de diferentes productos compuestos por fertilizantes y bioestimulantes foliares, y la aplicación de caolín (Surround WP®) como agente protector del cultivo. Los

productos se aplicaron por separado (T2, T3, T4, T5 y T6) para evaluar el efecto individual de cada uno de ellos, y juntos (T7 y T8), para determinar su acción en conjunto. En el Cuadro 4, se observa la composición de los diferentes tratamientos, los cuales fueron aplicados en momentos claves definidos por la etapa fenológica del cultivo.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos Alajuela, 2011.

	tratamiento 1	tratamiento 2	tratamiento 3	tratamiento 4	tratamiento 5	tratamiento 6	tratamiento 7	tratamiento 8
Momento de aplicación	Manejo Finca (Testigo)	Testigo + Surround WP®	Testigo + GreenSol 70®	Testigo + GreenSol 48®	Testigo + Biofoliar 1 (8-16-16)®	Testigo + Impulse (13-0-40)®	GreenSol 70® + GreenSol 48® + Biofoliar 1 (8-16-16)® + Impulse (13-0-40)®	Surround WP® + tratamientos 3,4,5,6
15 dde (días después de emergencia) o después del primer control de malezas	Manejo Finca	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP®	Manejo Finca + 1 Kg GreenSol - 70®	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca + 1 Kg GreenSol - 70®	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP® + 1 Kg Green Sol 70®
30 dde Macollamiento intermedio	Manejo Finca	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP®	Manejo Finca	Manejo Finca + 1 Kg Greensol-48®	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca + 1 Kg Greensol-48®	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP® + 1 Kg Greensol-48
43 dde Inicio de primordio o Máximo macollamiento	Manejo Finca	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP®	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca + 1 Kg Biofoliar 1 (8-16-16)®	Manejo Finca	Manejo Finca + 1 Kg Biofoliar 1 (8-16-16)®	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP® + 1.0 Kg Biofoliar 1 (8-16-16)®
65 dde Preespiga o Inicio de embuchamiento	Manejo Finca	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP®	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca + 1 Kg Impulse (13-0-40)®	Manejo Finca + 1 Kg Impulse(13-0-40)®	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP® + 1 Kg Impulse
75 dde Máximo embuchamiento	Manejo Finca	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP®	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca	Manejo Finca + 1 Kg Impulse(13-0-40)®	Manejo Finca + 1 Kg Impulse(13-0-40)®	Manejo Finca + 4.0 Kg Surround WP® + 1 Kg Impulse(13-0-40)®

Nota: * Las cantidades de los productos presentes en el Cuadro 4, corresponden a las dosis por hectárea.

3.5.2.1. Descripción del manejo de la Finca (testigo)

- Fertilización granulada:
 - A la siembra, se aplicó 135 kg por hectárea de 10-30-10.
 - La segunda abonada consistió en la aplicación de la fórmula 26-0-26 a razón de 135 kg por hectárea, a los 28 DDE.
 - En la tercera abonada, se aplicó la fórmula 20-3-20 a razón de 135 kg por hectárea a los 55 DDE.

No se realizaron fertilizaciones foliares en el manejo convencional. El control de plagas, se basó en niveles poblacionales o de infestación de estas, el método de control, se aplicó en igualdad de condiciones para todas las unidades experimentales. Además, estas aplicaciones se hicieron por separado de las aplicaciones de los tratamientos para evitar posibles interacciones entre productos del manejo convencional y de los productos en tratamiento.

3.5.2.2. Descripción de los productos

Surround WP ®: es un producto a base de Caolín (95%) (etiqueta en Anexos, Figura 6), que cuando es aplicado al cultivo, forma una película de finas partículas que protegen los cultivos de la radiación y actúa como barrera física. Se usa en cultivos como el melón y en algunas hortalizas, para proteger al cultivo del estrés térmico y la quema por los rayos solares. Además, favorece la radiación fotosintéticamente activa que recibe la planta (Ortiz 2007).

Greensol 70 ®: es un bioestimulante foliar (etiqueta en Anexos, Figura 3), con una composición de citoquininas a una concentración de 0,0175%, además, también contiene una concentración de 10-52-8 (NPK) y elementos menores como B, Zn, Cu, Mo, Mn y Fe (BIOAGRO 2005)

Greensol 48 ®: es un bioestimulante foliar (etiqueta en Anexos, Figura 2), con una composición de citoquininas a una concentración de 0,01% y giberelinas a una concentración de 0,02%, además, también contiene una concentración de 8-20-20 (NPK) y elementos menores como B, Zn, Cu, Mo, Mn y Fe (BIOAGRO 2005).

Biofoliar 1 (8-16-16) ®: es un fertilizante foliar soluble (etiqueta en Anexos, Figura 4), con una composición de 8-16-16 (NPK), también contiene 6,64% de Mg y elementos menores como B, Fe, Zn, Cu y Mo (BIOAGRO 2004)

Impulse (13-0-40) ®: bioestimulante foliar (etiqueta en Anexos, Figura 5) con una composición de citoquininas y giberelinas a una concentración de 0,005% y 0,0075% respectivamente, además, también contiene una concentración de 13-0-40 (NPK) y elementos menores como B, Zn y Cu (BIOAGRO 2007).

3.5.2.3. Aplicación de los tratamientos

Todos los tratamientos, consistieron en aspersiones foliares de los respectivos productos. Esta aplicación se realizó manualmente, mediante el uso de una bomba de espalda Spray Mec (CARPI) con una presión de trabajo de 70psi/4.7bar, +/- 10%, y con una boquilla cónica hueca calibrada a 200 litros por hectárea.

3.6. Diseño experimental

En este experimento, las condiciones homogéneas del terreno, suelo y otros factores, permitieron emplear adecuadamente el diseño irrestricto al azar. Se asignaron 3 repeticiones por tratamiento, que se distribuyeron aleatoriamente dentro del área experimental. Se utilizó por lo tanto, un área de 8 x 3 parcelas, o sea un total de 24 parcelas o unidades experimentales. En la Figura 3, se puede observar la distribución aleatoria de los tratamientos en el campo.

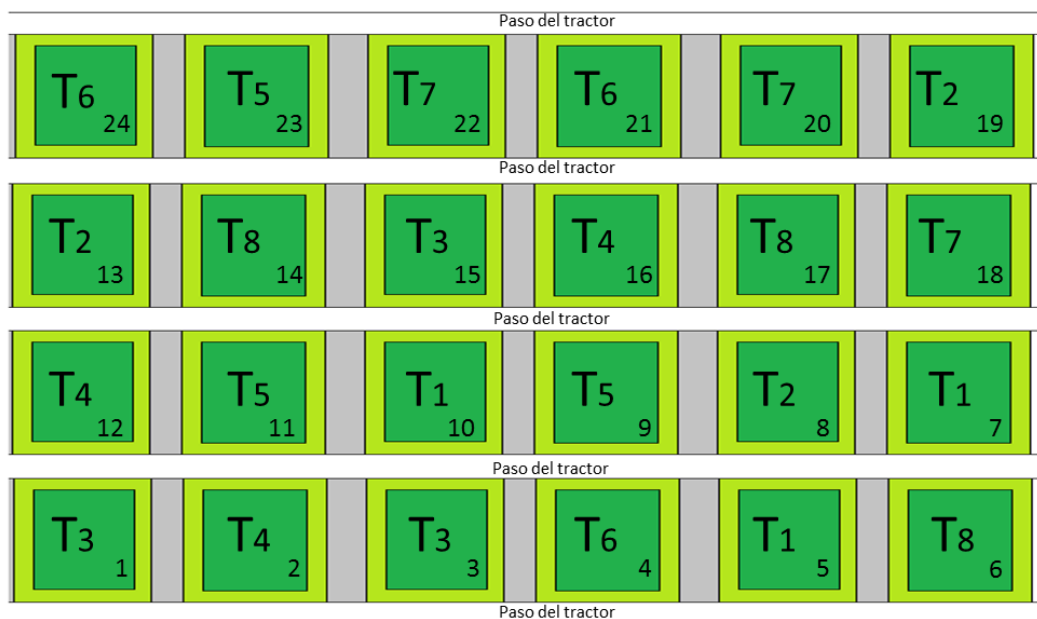


Figura 3. Distribución aleatoria de los tratamientos y de las diferentes unidades experimentales en el campo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

3.7. Variables a evaluar

3.7.1. Variables de crecimiento

3.7.1.1. Índice de macollamiento

El índice de macollamiento, representa el número de hijos que se producen en cada planta, se determinó empleando la fórmula propuesta por Chaves (2010). La fórmula correspondiente es:

$$IM = \frac{PF - PI}{PI}$$

Donde:

IM: índice de macollamiento.

PF: población final (por m²).

PI: población inicial (por m²).

La población inicial, se midió, a los 10-12 días pos-siembra, antes del inicio del macollamiento y la población final, se determinó a los 45-55 días pos

siembra o en máximo macollamiento, periodo a partir del cual, no se producen más tallos (UNNE 2007). La metodología de muestreo empleada, consistió en la selección al azar, por medio de una cuadrícula de 50x50 centímetros, de cuatro segmentos o muestras de 0,25 m². Posteriormente, se determinó el número total de tallos por cuadrícula.

3.7.1.2. Altura de la planta

La altura de la planta, se tomó basándose en la metodología propuesta por el IRRI (2009), tal y como se muestra en la Figura 4, esta consiste en tomar la longitud desde la base del tallo (a nivel del suelo) hasta la punta de la hoja Y (2da hoja de arriba hacia abajo) de los tallos primarios de cada muestra, en etapa vegetativa (Figura 4a). En la etapa reproductiva (Figura 4b), se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la panícula del tallo más alto de la planta (tallos primario).

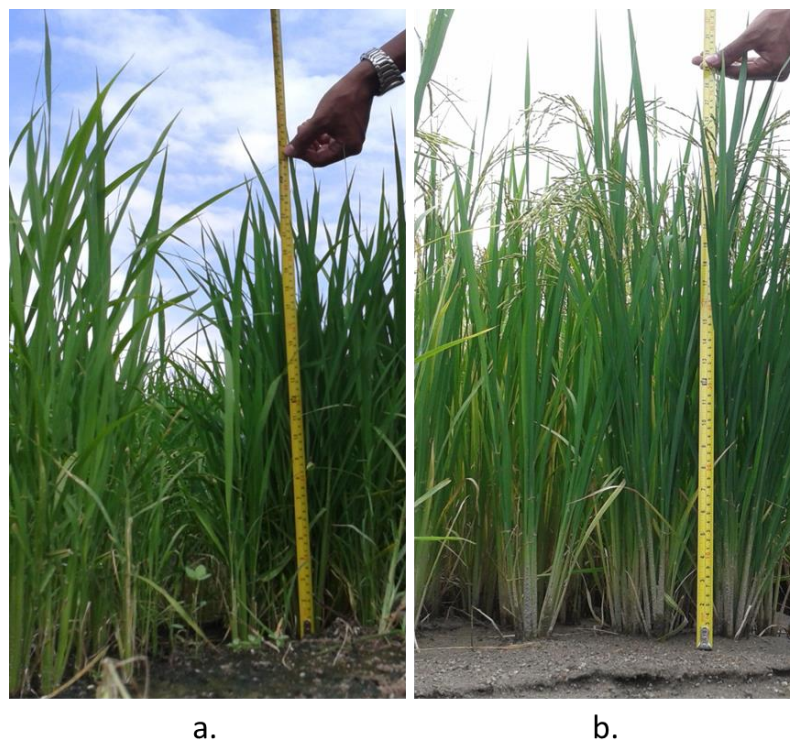


Figura 4. Detalle gráfico de la metodología para la toma de datos de altura de la planta de arroz. Tomado y editado por Tello, 2012.

Se seleccionaron cuatro sitios de 0,25 metros cuadrados por unidad experimental. La primera medición, se realizó a los 15 días después de

emergencia (DDE), posteriormente se hicieron mediciones cada 15 días hasta los 100 días DDE.

3.7.2. Componentes del rendimiento

3.7.2.1. % de efectividad (Tallos Efectivos)

A los 115 DDE, se tomaron tres sitios de 50x50 cm por parcela, cortando las plantas, en la base del tallo (a nivel del suelo). Posteriormente se trasladaron al laboratorio, donde se determinaron el número de tallos con panículas (tallos efectivos) y el número de tallos que no produjeron panículas (tallos no efectivos).

Se determinó entonces, la cantidad de tallos totales por m², los tallos efectivos y no efectivos. Con estos datos, se calculó el porcentaje de efectividad (proporción de tallos efectivos con respecto al total de tallos) con la fórmula citada por Chaves (2010):

$$\% \text{ efectividad} = \frac{\text{Tallos efectivos}}{\text{Tallos totales}} \times 100$$

3.7.2.2. Frecuencias de Longitud de Panículas

A los 115 DDE, empleando las mismas muestras tomadas para medir el porcentaje de efectividad de los tallos, se determinaron las frecuencias de longitud de panículas. Como se muestra en la Figura 5, la longitud de la panícula se midió desde la base de esta en el nudo ciliar hasta la punta del último grano del ápice de la panícula como lo establece el IRRI (2009).



Figura 5. Componentes morfológicos de la panícula de arroz, empleados para determinar la longitud de esta. Tomado y editado por Tello, 2012.

Las frecuencias se calculan y se distribuyen, utilizando los siguientes rangos (Figura 6) propuestos por Chaves (2010):

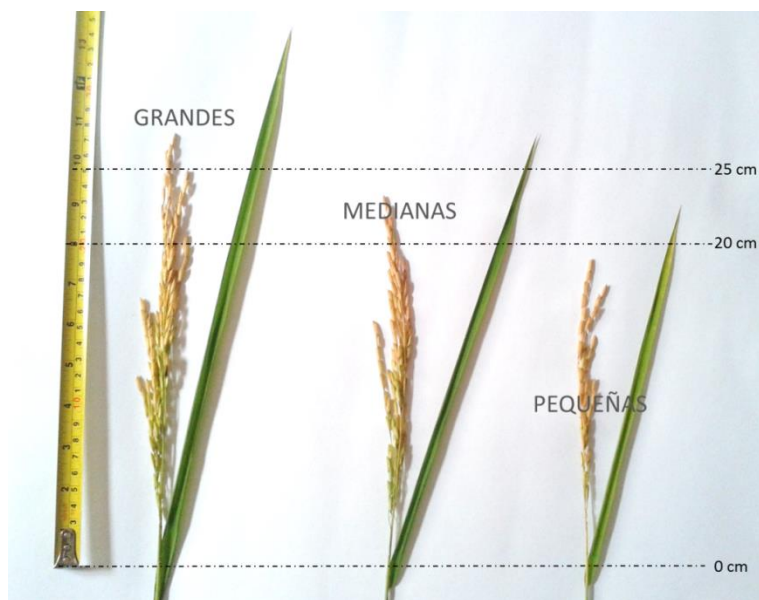


Figura 6. Rangos para la clasificación de las longitudes de panículas. Tomado y editado por Tello, 2012.

$$\% \text{ Panículas grandes} = \frac{\# \text{ panículas con más de } 25 \text{ cm}}{\# \text{ total de panículas}} \times 100$$

$$\% \text{ Panículas medianas} = \frac{\# \text{ panículas entre } 20 - 25 \text{ cm}}{\# \text{ total de paniculas}} \times 100$$

$$\% \text{ Panículas pequeñas} = \frac{\# \text{ panículas con menos de } 20 \text{ cm}}{\# \text{ total de paniculas}} \times 100$$

3.7.2.3. Número de granos totales, llenos y vanos por panícula

Empleando las muestras de los puntos anteriores, ya separadas según longitud de la panícula (pequeñas, medianas, grandes), se procedió a seleccionar una submuestra representativa al azar, de un 15 % del total de las panículas según tamaño para determinar la cantidad promedio de granos totales por panícula. Esta selección se realizó, tomando como parámetro la desviación estándar, que permitiera seleccionar solo aquellas panículas que representaran a la mayor parte de la población total. Posteriormente, se clasificaron los granos en llenos y granos vanos. Utilizando estos valores, se calculó el porcentaje de merma que representa la pérdida relativa de granos que pudieron haber sido llenados. Esta variable, se calcula mediante la siguiente fórmula propuesta por Chaves (2010):

$$\% \text{ de merma} = \frac{\# \text{ de granos vanos por panícula}}{\# \text{ total de granos por panícula}} \times 100$$

3.7.2.4. Peso de 1000 granos

A los 120 DDE, se procedió a tomar aleatoriamente, dos sitios por parcela experimental, de 4 x 0,966 metros (7,73 m² en total). Posteriormente se trillaron las muestras, se limpiaron (<1,5% de impurezas) y se homogenizaron (mezclando). Por último, se seleccionaron 6 submuestras de 1000 granos para así tomar el peso de estos. El valor del peso de 1000 granos se expresó en gramos a un 13 % de humedad, según lo establece el IRRI (2009). Para ello, fue necesario determinar el contenido de humedad en el momento del pesaje y llevar este valor a un 13% de humedad.

3.7.3. Rendimiento

Empleando las muestras tomadas en el punto anterior (limpias), se procedió a medir el peso total de cada muestra, luego se calculó el rendimiento por hectárea con la siguiente fórmula:

$$\text{Rend. (Kg. ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso de las 2 muestras o sitios(Kg)}}{\text{Area total de las muestras o sitios(m}^2\text{)}} \times \frac{10000\text{m}^2}{1\text{ha}}$$

El valor del rendimiento, se expresó en kilogramos por hectárea (kg/ha), a un 14 % de humedad, según lo establece el IRRI (2009). Para ello, fue necesario determinar el contenido de humedad en el momento del pesaje y llevar este valor a un 14% de humedad.

3.7.4. Calidad Molinera

A los 120 DDE, se seleccionó una muestra representativa por cada tratamiento (por efecto de costos). Para ello se tomaron las tres muestras empleadas en la evaluación del rendimiento (de las tres repeticiones) y se mezclaron homogéneamente y de esta mezcla se seleccionó una muestra para realizar la prueba de calidad molinera. La muestra recolectada fue de 2 kg, posteriormente fue llevada al laboratorio de control de calidad de CONARROZ, donde se determinaron todas las características de calidad molinera del grano. Para efectos de evaluación, las variables específicas evaluadas en este ensayo, corresponden al rendimiento de la pilada y al rendimiento de grano entero.

3.8. Metodología para el análisis de datos

3.8.1. Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Para $i = 1,2, \dots, 8; j = 1,2,3$ Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en la j -ésima unidad experimental que recibió el i -ésimo tratamiento.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Error experimental o aleatorio.

3.8.2. Pruebas

A la mayoría de las variables respuesta evaluadas, se les realizó una prueba de análisis de varianza (ANDEVA) y a otras variables se les realizó pruebas de estadística descriptivas (curvas o gráficos de barras). Antes de realizar la prueba de ANDEVA, fue necesario hacer un análisis exploratorio de los datos (medias y gráficos) para obtener un panorama del comportamiento de estos. Además, antes de proceder al análisis, se realizó una prueba de cumplimiento de supuestos, que consiste en determinar si el error cumple con los supuestos de distribución normal, independencia, media de cero y aleatoriedad. Si se cumplen con todos estos requisitos, se procede a realizar el ANDEVA, de lo contrario, sería necesario determinar otro tipo de análisis para el ensayo.

Al realizar las pruebas de ANDEVA, y en los casos donde se encontró diferencias significativas, se procedió a hacer las respectivas pruebas de medias, para determinar cuáles o cual resultó el mejor o los mejores tratamientos. En el Cuadro 5, se muestra la tabla para el análisis de la varianza, que indica los grados de libertad (GL) de las fuentes de variación y que se cumplen con los grados de libertad mínimos (10 GL) para el Error experimental.

Cuadro 5. Tabla para el análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
tratamientos	7
Error experimental	16
Total	23

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Variables de crecimiento

4.1.1. Índice de macollamiento

Los valores del índice de macollamiento que presentó la variedad CR-4477, para cada tratamiento en el ensayo realizado, se muestran en el Cuadro 6. Como se observa en este, todos los tratamientos presentaron un índice de macollamiento mayor que el testigo, los valores más altos se observaron en los tratamientos T4 (GreenSol 48®), T6 (Impulse (13-0-40)®) y T8 (Surround WP® + tratamientos 3,4,5,6) (4,99-4,15-4,32 respectivamente), y los más bajos en el testigo (2,99) y los tratamientos T2 (Surround WP®) y T5 (Biofoliar 1 (8-16-16)®) (3,04 y 3,06 respectivamente). Sin embargo, según Arce (2009b) es necesario el empleo de un análisis estadístico, que permita comprobar si las diferencias observadas en esta variable, se deben a un efecto real de los tratamientos o son el resultado de factores aleatorios ajenos a los contenidos en el experimento.

Cuadro 6. Índices de macollamiento (IM) presentado por la variedad CR-4477 en los distintos tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

TRATAMIENTOS	IM	DESVEST
T4 GreenSol 48®	4,99 a	±2,58
T8 Surround WP + tratamientos 3,4,5,6	4,32 a	±1,15
T6 Impulse (13-0-40)®	4,15 a	±0,98
T7 tratamientos 3+4+5+6	3,94 a	±1,91
T3 GreenSol 70®	3,27 a	±0,39
T5 Biofoliar 1 (8-16-16)®	3,06 a	±0,92
T2 Surround WP®	3,04 a	±0,23
T1 Manejo Finca (Testigo)	2,99 a	±0,51

IM: letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) con un CV. de **14,59**

Antes de realizar la prueba del análisis de la varianza (ANDEVA) de los datos, se hizo la prueba de los supuestos, para comprobar que el error

experimental (factor determinante de la validez de una prueba), cumpliera con los requisitos para proceder al ANDEVA. Al realizar esta prueba de supuestos, se comprobó, que el error experimental del conjunto de los datos, muestra una distribución normal y una homogeneidad en sus valores, esto refleja que se puede realizar el ANDEVA.

En el análisis de la varianza (Anexos Cuadro 17), se determinó que las diferencias observadas en el macollamiento de la variedad de arroz CR-4477, no corresponden al resultado de la aplicación de los tratamientos o sea, que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$).

Ciertamente, según el CIAT (2005), el comportamiento del arroz en el macollamiento, se debe principalmente a la variable población inicial (tomada como covariable en el ensayo), debido a que esta determina la capacidad de macollamiento de la variedad, ya que al haber más espacio (menos densidad), la variedad tiende a macollar más y a menos espacio (mayor densidad), la variedad tiende a macollar menos. Tomando la población inicial como covariable, se logra reducir los efectos de la variabilidad que ocasiona esta sobre el macollamiento del arroz de tal manera, que en el análisis estadístico, se obtuvo un coeficiente de variación de 14,59, valor que indica que la prueba estadística es de alta confiabilidad.

4.1.2. Altura de la planta

Como se puede observar en la Figura 7, el comportamiento de la variedad de arroz CR-4477 para todas las parcelas, fue muy similar los primeros 75 días posteriores a la emergencia, periodo en el cual se aplicaron todos los tratamientos. Además, la altura final alcanzada por esta variedad a los 100 días pos emergencia, presenta valores muy similares en todos estos.

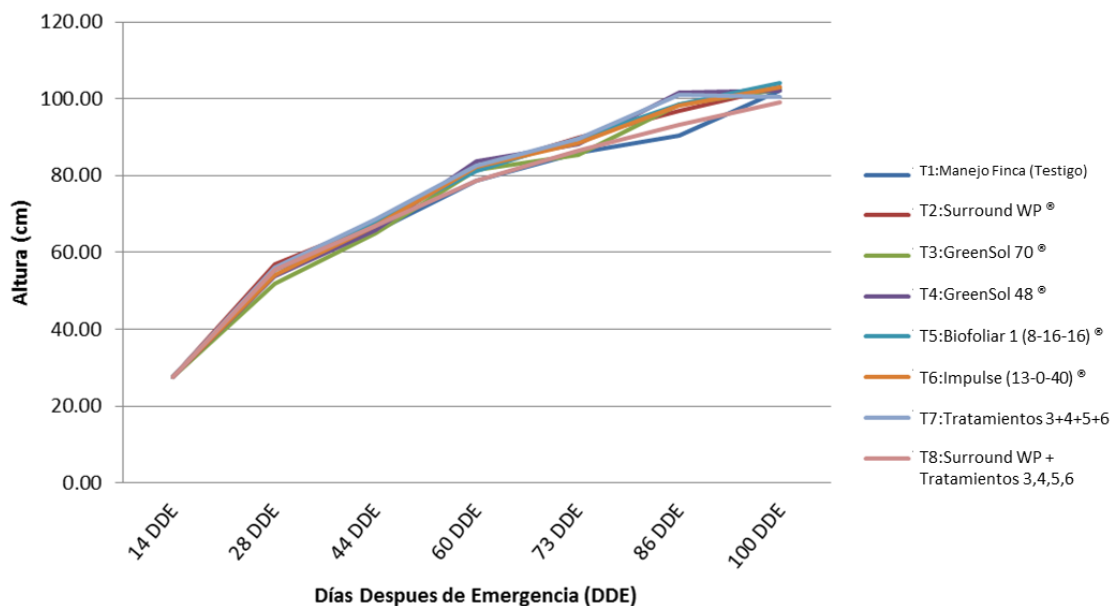


Figura 7. Altura de la planta en cm, para los diferentes tratamientos aplicados a la variedad CR-4477. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela.

Cumpliendo con los supuestos de normalidad y de homogeneidad de los errores experimentales, mediante el análisis estadístico (ver en Anexos Cuadro 18), se corroboró que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las medias de los tratamientos. Esto es, que la altura de la variedad de arroz CR-4477 a los 100 días después de emergencia, no fue afectada por ningún tratamiento al que fue sometida. El coeficiente de variación para esta variable, fue de 1,71, lo que implica que el conjunto de los datos, presentan una variación muy baja, factor que le da gran validez a la prueba estadística.

4.2. Componentes del rendimiento

4.2.1. Porcentaje de efectividad (tallos efectivos)

Los tallos efectivos, comprenden, todos aquellos primarios, secundarios y/o terciarios que se produjeron en la planta y que llegaron a formar una panícula efectiva (UNNE 2007). Este parámetro, se evalúa como una proporción de estos tallos formadores de panícula con respecto al total de tallos producidos (% de efectividad). En el experimento, el rango de efectividad para todas las parcelas (Cuadro 7), anduvo entre un 53,51 % (T7: GreenSol 70® + GreenSol 48® + Biofoliar 1 (8-16-16)® + Impulse (13-0-40)®) y un 67,56 % (T4:

GreenSol 48®). Además, todos los tratamientos, excepto el T7, presentaron un porcentaje de efectividad mayor que el testigo.

Cuadro 7. Porcentaje de tallos efectivos que presentó la variedad CR-4477 para todos los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela

TRATAMIENTOS	% TALLOS EFECTIVOS	DESVEST
T4 GreenSol 48 ®	67,56 a	±3,96
T3 GreenSol 70 ®	67,47 a	±10,09
T2 Surround WP ®	66,63 a	±14,19
T5 Biofoliar 1 (8-16-16) ®	64,93 a	±5,18
T6 Impulse (13-0-40) ®	63,27 a	±18,07
T8 Surround WP + tratamientos 3,4,5,6	57,88 a	±0,89
T1 Manejo Finca (Testigo)	54,02 a	±8,18
T7 tratamientos 3+4+5+6	53,51 a	±8,96

% TALLOS EFECTIVOS: letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) con un CV. de 16,66

Cumpliendo con los supuestos estadísticos, se hizo el análisis de la varianza (Anexos Cuadro 19) con un coeficiente de variación de 16,66. El análisis mostró que se presentan respuestas significativas ($p > 0,05$) de las parcelas experimentales, al tratamiento al que fueron expuestas. Esto es, que no hubo un efecto de los tratamientos, sobre la formación de panículas de la variedad CR-4477.

4.2.2. Frecuencias de longitud de panículas

En la Figura 8, se puede observar que para todas las parcelas experimentales, las panículas medianas, fueron las que tuvieron la mayor frecuencia en el número total de panículas. Seguidas por las panículas pequeñas, las cuales presentaron una frecuencia intermedia y las grandes, con una representación menor, del número total de panículas producidas en las parcelas. Sin embargo, dentro de cada tratamiento, las repeticiones, mostraron diferencias en todos los tipos de panículas, mostrándose variaciones muy considerables, como se puede observar en el tratamiento T2: Surround WP®

(panículas grandes), así como algunos tratamientos mostraron variaciones casi nulas, como en los tratamientos T2 y T5 (Biofoliar 1 (8-16-16)®), ambos en las panículas medianas.

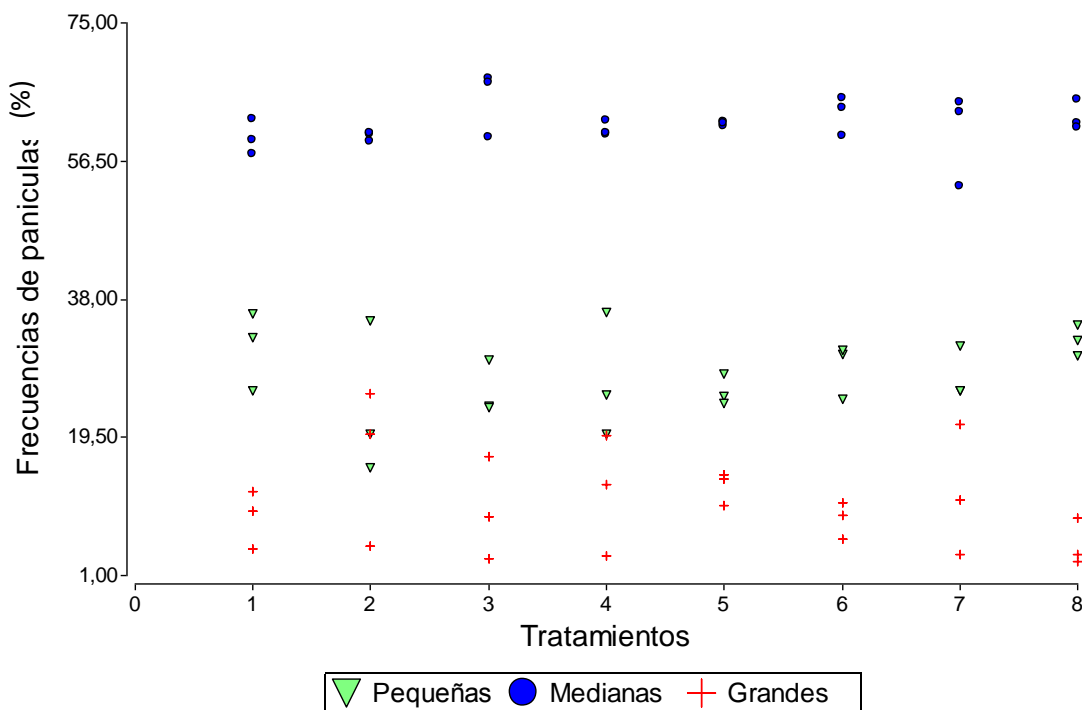


Figura 8. Frecuencias de longitud de panículas mostrada por la variedad CR-4477 en los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

Este comportamiento de la variedad CR-4477, refiere directamente a la formación de los tallos secundarios y terciarios, los cuales se desarrollan en el tiempo, y en el orden mencionado (primero se forman varios tallos secundarios a partir del primario, luego del secundario, se forman los terciarios y así sucesivamente). Este orden de formación, le da más vigor a los tallos que se forman primero (mayor interceptación de la luz solar), con respecto a los posteriores (Encuentro Internacional de Arroz 2008). Es por este motivo, que se encuentran mayor número de panículas grandes en tallos primarios, panículas medianas en tallos secundarios y terciarios y panículas pequeñas en algunos tallos secundarios, terciarios y sucesivos.

Como cada planta, solo tiene un tallo primario, es probable que solo se produzca una panícula grande por planta, también, es de esperar, que debido a

la abundante producción de tallos secundarios, se produzca un gran número de panículas medianas. En el caso de las panículas pequeñas, estas se producen en los tallos más bajos y débiles, de los que algunos, no llegan a producir panículas y los que si producen, estas no poseen una abundante fuente de condiciones necesarias para crecer (Tascón y García 1985).

Los valores para las frecuencias de panículas según el tamaño de estas, se muestran en el Cuadro 8. Para las panículas pequeñas, el Testigo (T1) mostró uno de los valores más altos junto con el tratamiento T8 (Surround WP® + GreenSol 70® + GreenSol 48® + Biofoliar 1 (8-16-16)® + Impulse (13-0-40)®), por el contrario, el tratamiento T2, fue el que mostró el valor más bajo (23,5).

En el caso de las panículas medianas, estas mostraron la mayor frecuencia en todas las parcelas (tal y como lo muestra la Figura 5). En esta clasificación, se encontró que todos los tratamientos, presentaron valores de frecuencia más altos que el Testigo, además, cerca del Testigo, se encuentra el tratamiento T2 que recibió la aplicación del Surround WP®, el cual fue el tratamiento con el segundo valor de frecuencia más bajo en panículas medianas. De estas, el tratamiento con la mayor cantidad de panículas medianas respecto a las otras clasificaciones, fue el tratamiento T3 (GreenSol 70®) con un 64,7 por ciento.

En las frecuencias de panículas grandes, el testigo, mostró un valor de frecuencia, intermedio con respecto a los demás tratamientos. Es importante señalar que para las frecuencias de panículas grandes, el tratamiento T2 (Surround WP®) fue superior (16,8%) a todos los demás tratamientos.

Cuadro 8. Frecuencia de panículas mostradas según tamaño de estas, obtenidas a partir de los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

TRATAMIENTOS		TAMAÑO DE PANICULAS					
		Pequeñas		Medianas		Grandes	
		FRECUENCIA S	DESV EST	FRECUENCIA S	DESV EST	FRECUENCIA S	DESV EST
T1	Manejo Finca (Testigo)	31,6 a	±5,3	59,6 a	±2,3	8,9 a	±3,9
T2	Surround WP ®	23,5 a	±10,3	59,8 a	±0,5	16,8 a	±10,6
T3	GreenSol 70 ®	25,6 a	±3,6	64,7 a	±4,4	9,7 a	±6,9
T4	GreenSol 48 ®	27,1 a	±8,3	60,7 a	±1,0	12,2 a	±8,1
T5	Biofoliar 1 (8-16-16) ®	25,6 a	±2,1	61,5 a	±0,3	12,9 a	±2,2
T6	Impulse (13-0-40) ®	28,8 a	±3,7	62,7 a	±2,6	8,5 a	±2,4
T7	tratamientos 3+4+5	27,7 a	±3,5	60,2 a	±6,3	12,1 a	±8,8
T8	Surround WP + tratamientos 3,4,5,6	32,5 a	±2,1	62,4 a	±2,0	5,1 a	±3,1

FRECUENCIAS: letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) con un CV. de **20,95** (Pequeñas), **4,31** (Medianas) y **56,34** (Grandes)

El resultado del análisis estadístico (Anexos Cuadro 21) reflejó que las diferencias mostradas en la frecuencia de las panículas medianas entre los diferentes tratamientos, no refieren a una respuesta de la variedad CR-4477 a la aplicación de estos ($p > 0,05$). Esto es, que ningún tratamiento tuvo un efecto significativo sobre la frecuencia de panículas medianas. De igual forma, para las panículas pequeñas y las grandes (Anexos Cuadros 20 y 22), no se obtuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos, por lo que la variación en la respuesta de la variedad en estas frecuencias, no es ocasionada por la aplicación de los fertilizantes, bioestimulantes foliares y el caolín.

4.2.3. Número de granos totales, llenos y vanos por panícula

Para evaluar el conteo del número de granos totales; llenos y vanos por panícula, se realizó un cálculo que mide la pérdida (merma) que presentó o

dejó de presentar cada unidad experimental, debido al efecto de los tratamientos. Este cálculo, se hizo separadamente para cada tipo de panícula (pequeña, mediana y grande), lo que permitió una caracterización del comportamiento en el llenado de los granos en las diferentes longitudes de panícula.

En el Cuadro 9, se muestra que las panículas pequeñas, mostraron una merma mayor que las panículas medianas y grandes, de igual forma, las medianas, presentaron, mayor porcentaje de granos vanos que las grandes. Tal comportamiento, está relacionado con lo publicado por la UNNE (2007), en la cual se define a la hoja bandera en la planta de arroz, como la principal responsable de aportar los nutrientes que van a llenar el grano. El llenado del grano, está determinado por el número de granos y el índice de área foliar de la hoja bandera (directamente relacionado con la cantidad de nutrientes) y para que estos valores sean altos, la intensidad fotosintética debe ser óptima. Para el caso de las panículas pequeñas, las cuales se ubican en las áreas más bajas de la macolla (tallos terciarios, etc.), estas reciben una intensidad luminosa mucho más baja que las panículas de los tallos más altos, los cuales captan la mayor parte de la luz emitida por el sol, por consiguiente, las panículas pequeñas, presentan menos granos llenos.

Cuadro 9. Porcentaje de granos vanos según tratamientos aplicados a la variedad de arroz CR-4477. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

TRATAMIENTOS		TAMAÑO DE LA PANICULA					
		Pequeñas		Medianas		Grandes	
		MERMA (%)	DESVEST	MERMA (%)	DESVEST	MERMA (%)	DESVEST
T1	Manejo Finca (Testigo)	20,36 a	±8,26	13,79 a	±5,48	9,40 a	±3,00
T2	Surround WP®	15,29 a	±3,17	12,35 a	±2,18	12,92 a	±1,33
T3	GreenSol 70®	17,24 a	6,73	10,32 a	±4,42	10,27 a	±3,71
T4	GreenSol 48®	23,03 a	±11,13	11,41 a	±4,31	7,33 a	±4,16
T5	Biofoliar 1 (8-16-16)®	15,76 a	±8,45	10,66 a	±2,52	7,73 a	±3,21
T6	Impulse (13-0-40)®	18,17 a	±1,88	11,25 a	±4,22	10,64 a	±1,56
T7	tratamientos 3+4+5	17,75 a	±2,31	11,66 a	±0,85	9,27 a	±3,56
T8	Surround WP + tratamientos 3,4,5,6	18,56 a	±6,50	10,19 a	±3,06	12,34 a	±2,47

MERMA (%): letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) con un CV. de **39,49** (Pequeñas), **33,75** (Medianas) y **24,07** (Grandes)

Al realizar el análisis estadístico para cada tipo de panícula, se encontró que en cada clasificación, no hubo una respuesta significativa ($p > 0,05$) en cuanto al llenado del grano, esto es, que no hubo un tratamiento que presentara estadísticamente la merma más baja (análisis en Anexos Cuadros 25, 26 y 27).

No obstante, en las tres clasificaciones de panículas, para todas las parcelas experimentales, se mostraron coeficientes de variación muy altos (> 20), lo que implica que en el conjunto de los datos, la variación en el error experimental fue muy alta, esto es, que dentro de cada tratamiento, las repeticiones mostraron valores distantes del promedio. Este comportamiento de los datos, no permite darle amplia validez a la prueba estadística.

Figuroa y Melgar (2005), aplicaron en arroz 6 l/ha de un fertilizante foliar con una concentración de de N-P-K (10,7-2,3-6,5 % respectivamente) y elementos menores B-Cu-Mg-Zn-Mo-Fe (0,14-0,0024-0,17-0,0008-0,0001-

0,014 respectivamente), en etapas de diferenciación de primordio foliar y en floración, y al realizar el análisis de los resultados obtenidos, encontraron que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en la respuesta del cultivo sobre el llenado del grano, en la aplicación a la floración, sin embargo, al aplicar esta dosis en el periodo de diferenciación del primordio foliar, si se lograron observar diferencias significativas. Publicaciones de la UNNE (2007), establecen que entre esta etapa y la etapa de floración, la planta absorbe, metaboliza y almacena todos los nutrientes necesarios para lo que es la formación y el desarrollo de la hoja bandera, por lo que una aplicación de nutrientes en la floración, donde la hoja bandera se encuentra terminando su desarrollo, no posee efecto significativo, sobre el contenido nutricional de esta, para el llenado del grano.

4.2.4. Peso de 1000 granos

El peso de 1000 granos (1000 G) obtenidos a partir de cada parcela del ensayo, se muestra en el Cuadro 10. De esta forma, se puede observar, que las parcelas que recibieron el tratamiento T5 (Biofoliar 1 (8-16-16)®) presentaron un peso de 1000 G mayor (14,28 g) y las que recibieron el tratamiento T2 (Surround WP®) y T6 (Impulse (13-0-40)®), mostraron el menor peso (13,92 g). Así mismo, el peso de 1000 G para todos los tratamientos, excepto T2 y T6 fue mayor al testigo (T1).

Cuadro 10. Peso de 1000 granos a un 13% de humedad. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

TRATAMIENTOS	PESO 1000 G (gramos)	DESVEST
T5 Biofoliar 1 (8-16-16) ®	14,28 a	±0,03
T4 GreenSol 48 ®	14,18 a	±0,27
T7 tratamientos 3+4+5+6	14,05 a	±0,05
T3 GreenSol 70 ®	14,01 a	±0,25
T8 Surround WP + tratamientos 3,4,5,6	13,97 a	±0,23
T1 Manejo Finca (Testigo)	13,93 a	±0,13
T2 Surround WP ®	13,92 a	±0,13
T6 Impulse (13-0-40) ®	13,92 a	±0,22

PESO 1000 G: letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) con un CV. de 1,12

Con el análisis de los datos (Anexos Cuadro 24), se encontró, que a pesar de las diferencias entre algunos tratamientos, observadas en el Cuadro 10, no hubo respuestas significativas ($p > 0,05$) de la variedad CR-4477 a la aplicación de los tratamientos, en cuanto al peso del grano. Además, los datos dentro de cada tratamiento, fueron constantes, ya que el coeficiente de variación fue de 1,12, por lo que se puede inferir en un análisis estadístico de alta confiabilidad.

Estos resultados, concuerdan con ensayos hechos por Ortiz y García (2002), en los que encontraron, que aplicando al arroz una dosis de 4 gramos por hectárea (g/ha) de giberelinas en etapa de prefloración, se lograron ver diferencias significativas con respecto al testigo. No así, al aplicar dosis de 3 g/ha y menores, ya que no se observó una respuesta significativa en el peso de 1000 G.

Figuroa y Melgar (2005), aplicaron en arroz 10 l/ha de un fertilizante foliar con una concentración de N-P-K (10,7-2,3-6,5 % respectivamente) y elementos menores B-Cu-Mg-Zn-Mo-Fe (0,14-0,0024-0,17-0,0008-0,0001-0,014 respectivamente), en etapas de diferenciación de primordio foliar y en floración, y al realizar el análisis de los resultados obtenidos, encontraron que

no hubieron diferencias significativas ($p>0,05$) en la respuesta del cultivo sobre el peso del grano.

4.3. Rendimiento

El rendimiento alcanzado por todas las unidades experimentales, sobrepasa el rango de rendimiento reportado por el INTA *et al.* (2009) para la variedad CR-4477 (5000-6500 kg/ha). Esto quiere decir, que el manejo y las condiciones ambientales a las que fueron sometidas las unidades experimentales, propiciaron una expresión de la variedad, más allá de su potencial genético reportado.

Los valores del rendimiento, se muestran en el Cuadro 11. Como se puede observar, el rendimiento más bajo, lo presentó el tratamiento T6: Impulse (13-0-40) ® (6404 kg/ha) y el más alto, el tratamiento T2: Surround WP ® (7078 kg/ha). Además, solo las parcelas que recibieron los tratamientos T2, T4 (GreenSol 48 ®), T5 (Biofoliar 1 (8-16-16) ®) y T7 (GreenSol 70 ® + GreenSol 48 ® + Biofoliar 1 (8-16-16) + Impulse (13-0-40) ®), sobrepasaron en rendimiento al testigo, no así, el tratamiento T8, que estaba compuesto de todos los productos aplicados en T2, T4, T5 y T7. Esto es, que el mayor rendimiento mostrado en estos últimos, no se mantuvo constante cuando se aplicaron juntos.

Cuadro 11. Rendimiento agronómico en kilogramos por hectárea a un 14 % de humedad, que mostró la variedad CR-4477 en todos los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (KG/HA)	DESVEST
T2 Surround WP ®	7078 a	±441
T4 GreenSol 48 ®	7022 a	±533
T7 tratamientos 3+4+5+6	6942 a	±365
T5 Biofoliar 1 (8-16-16) ®	6797 a	±241
T1 Manejo Finca (Testigo)	6749 a	±299
T3 GreenSol 70 ®	6693 a	±638
T8 Surround WP + tratamientos 3,4,5,6	6613 a	±1040
T6 Impulse (13-0-40) ®	6404 a	±711

RENDIMIENTO (KG/HA): letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) con un CV. de 9,10

Mediante el análisis de la varianza (Anexos Cuadro 23), cumpliendo con los supuestos estadísticos, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las medias de los tratamientos, lo que indica que las respuestas dadas en el rendimiento, por la variedad CR-4477, no se deben a los efectos de los tratamientos empleados. Además, el coeficiente de variación fue de 9,10, valor apropiado para que la prueba estadística, tenga validez.

En ensayos realizados por Ortiz y García (2002), en arroz en seco, aplicando Giberelinas a una concentración de 2 y 3 gramos por hectárea, a los 75 DDE aproximadamente, en una variedad de 125 días, no obtuvieron diferencias significativas con respecto al testigo. Sin embargo, el ensayo reveló que aplicando 4 gramos de ácido giberélico por hectárea, se lograba obtener estas diferencias. La aplicación del Impulse 13-0-40® a 1 kg/ha con una concentración de giberelinas de 0,0075% (0,075 g de giberelinas/ha) fue a los 75 DDE, sin embargo, la concentración de giberelinas, fue mucho más baja que la empleada por Ortiz y García (2002), lo que implica que no se esperarían diferencias entre los tratamientos de este ensayo debido a la aplicación de giberelinas. Estos resultados, concuerdan con Jankiewicz (2003), ya que afirma, que las giberelinas libres, tienen poca capacidad de translocarse de un

tejido a otro, y por lo general, permanecen en su sitio de producción o aplicación, por lo que deben aplicarse en cantidades relativamente altas, para lograr alguna eficiencia en la absorción de estas.

Por otro lado, Aparecido *et al.* (2004), al igual que Chiarelo *et al.* (2007), aplicando giberelinas a dosis de 0,05 y 0,025 gramos por hectárea respectivamente, en conjunto con citoquininas a 0,09 y 0,045 gramos por hectárea (respectivamente), a los 43 días después de emergencia (DDE), lograron un efecto significativo en el rendimiento del cultivo del arroz. Para este momento específico, la aplicación realizada, correspondió al Biofoliar (8-16-16), cuya composición carece de giberelinas y citoquininas. Sin embargo, es importante tomar en cuenta la aplicación del GreenSol 48 ®, a los 30 DDE, a una dosis de giberelinas y citoquininas de 0,2 y 0,1 gramos por hectárea respectivamente. Estas dosis son mucho mayores que las aplicadas por Aparecido *et al.* (2004) y Chiarelo *et al.* (2007), sin embargo, al no realizarse la aplicación en el momento que estos autores emplearon, no se puede esperar el mismo comportamiento del cultivo a la aplicación del GreenSol 48 ®.

Otros ensayos realizados en trigo por Ferraris y Couretot (2006), reflejaron que la aplicación de 8 l/ha de una fórmula a base de N-P-K (10,7-2,3-6,5 % respectivamente) y elementos menores B-Cu-Mg-Zn-Mo-Fe (0,14-0,0024-0,17-0,0008-0,0001-0,014 respectivamente), en el máximo macollamiento (tratamiento 2) y en la emergencia de la espiga (tratamiento 3), no posee un efecto significativo en el rendimiento de este cultivo. De igual forma, la aplicación del Biofoliar 1 (8-16-16)®, a 1 kg/ha cuya composición es muy similar a la empleada por Ferraris y Couretot (2006), y que se aplicó en el mismo momento fenológico del cultivo (máximo macollamiento), a una dosis mucho más baja, no tuvo efecto alguno sobre el rendimiento.

Molina y Cabalceta (1992), aplicando un fertilizante foliar a base de elementos menores (4% Fe-1,5% Cu-1,5% Zn-4% Mn-9% MgO-3% S-0,5% B-0,1% Mo) a una dosis de 1 kg/ha sobre el arroz en el momento del inicio del macollamiento y en prefloración, no encontraron diferencias en las respuestas del cultivo a la aplicación del tratamiento en cuanto a la producción de arroz en granza.

Si bien es cierto que las dosis y concentraciones de los productos aplicados en el ensayo, son muy inferiores a las que reporta la literatura, que logran generar un efecto significativo en cuanto al rendimiento. Es de estricta relevancia analizar, la nutrición que recibió el cultivo, por parte del sistema raíz. El análisis químico que se le efectuó a la parcela (Anexos Cuadro 6), reflejó que el suelo aporta cierta cantidad de nutrientes al cultivo y esto sumado con los aportes del manejo convencional de la Finca, por medio de la fertilización granulada, pudo aportar el total o parte de los requerimientos del cultivo (Kass 1996).

Como se muestra en el Cuadro 12 (generado con el análisis químico del suelo, datos del ensayo y los requerimientos de nutrientes según literatura), las cantidades de elementos aportadas por el suelo, más el aporte por medio de la fertilización granulada (incluir el nivel de eficiencia de absorción de cada nutriente), supera en casi todos los elementos, al requerimiento que presentó la parcela Testigo (tratamiento 1), tomada como referencia, ya que solo recibió este manejo básico, presentando un rendimiento de 6749 kg/ha de grano. En el caso de los valores que muestran un signo negativo, en el 100% de estos, no se cuenta con el dato del aporte real de estos elementos, por parte del suelo, por lo que sería erróneo generar conclusiones respecto a estos.

Cuadro 12. Diferencia entre los aportes de nutrientes por medio del suelo, con el requerimiento total esperado de elementos, para alcanzar el rendimiento presentado en el tratamiento Testigo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

Elemento	*Requerimiento en kg para 1 ton de grano	α Aporte del suelo según análisis (kg/ha)	α Aporte manejo (kg/ha)	Rendimiento testigo (kg/ha)	Absorción total esperada de elementos (kg/ha)	Diferencia aporte total-requerimiento (kg/ha)
N	17,500	n,d,	75,60	6749	118,108	-42,508
P	3,000	58,00	44,55	6749	20,247	82,303
K	17,000	210,60	75,60	6749	114,733	171,467
Zn	0,050	7,40	n,d,	6749	0,337	7,063
S	1,800	n,d,	n,d,	6749	12,148	-12,148
Si	80,000	n,d,	n,d,	6749	539,920	-539,920
Mg	3,500	957,60	n,d,	6749	23,622	933,979
Ca	4,000	5592,00	n,d,	6749	26,996	5565,004
Fe	0,500	452,00	n,d,	6749	3,375	448,626
Mn	0,500	346,00	n,d,	6749	3,375	342,626
Cu	0,012	22,00	n,d,	6749	0,081	21,919
B	0,015	n,d,	n,d,	6749	0,101	-0,101

Notas: *tomado de Dobermann y Fairhurts 2000.

α : aportes basados en un 100 % de eficiencia de absorción de los elementos por la planta

El Cuadro 12, refleja claramente, que la diferencia entre los elementos aportados y la absorción de estos, estimada según el rendimiento del testigo, es amplia, ya que en el total de los casos, se tiene un aporte de más del doble del requerido por el cultivo, y mucho más, en el caso de los microelementos.

El aporte de elementos, estima que se pudo esperar un rendimiento mayor al de 6749 kg/ha, sin embargo, existen dos factores que son necesarios analizar. Tal es el caso de la ausencia de algunos valores en el análisis, como en el caso del nitrógeno, que al ser un elemento muy inestable a nivel del suelo, pudo haberse convertido en un elemento limitante del rendimiento del cultivo, tal y como lo establece la Ley del Mínimo de Liebig, en la cual, es implícito que *“el crecimiento de la planta no es controlado por el monto total de elementos disponibles, si no por el elemento más escaso”* (Ronen 2008). Esto es, que por más que se logre aportar de todos los elementos, si no aportamos

también el elemento limitante, en este caso pudo ser el nitrógeno, no se va a lograr una respuesta significativa del cultivo a la fertilización, mayor a la que obtuvimos en el Testigo.

El segundo factor que se debe tomar en cuenta, es que las plantas absorben los nutrientes de la solución del suelo, en ella intervienen diversos factores que limitan su solubilidad y su respectiva disponibilidad en la planta. Entre estos factores están, el pH, el cual se presentó bastante bajo (5,1) en el análisis realizado a la parcela experimental, este nivel de pH, limita principalmente, la disponibilidad de nutrientes como el fósforo y magnesio principalmente, y en cierta medida, el potasio, nitrógeno, calcio y molibdeno (Ronen 2008). Entre otros factores influyentes, podemos destacar la interacción entre los macro y micronutrientes, así como la interacción entre estos y los componentes del suelo, como arcillas, materia orgánica entre otros.

Teniendo que existen una gran cantidad de factores que pudieron limitar la eficiencia de absorción de los elementos y por consiguiente el rendimiento del cultivo, y al no poder ser identificados precisamente, genera un desconcierto, al aplicar técnicas de fertilización foliar, ya que no se logró identificar la respuesta esperada del cultivo a estas aplicaciones.

4.4. Calidad molinera

4.4.1. Rendimiento de la pilada

Según datos del INTA *et al.* 2009, el rendimiento molinero de la variedad de arroz CR-4477, es de un 69 %. En este ensayo, la evaluación del rendimiento en cuanto al grano pilado con respecto al grano en granza, se hizo tomando una medida representativa por tratamiento. Tal y como se muestra en la Figura 9, los tratamientos T3 (GreenSol 70®), T5 Biofoliar 1 (8-16-16)® y el T6 (Impulse 13-0-40®), mostraron el mayor rendimiento de la pilada (68,8, 68,7 y 68,7 % respectivamente), no obstante, el tratamiento T7, compuesto por los tratamientos anteriores más el T4 (GreenSol 48®) y a la misma dosis, mostró el rendimiento de la pilada más bajo (67,5 %, igual al testigo). Este resultado, refleja que el alto rendimiento que se obtuvo con la aplicación de los productos en T3, T5 y T6, no se mantuvo constante en T7, indicando que la respuesta de

la variedad CR-4477 en el rendimiento de la pilada, no fue a causa de la aplicación de estos.

En la aplicación del Surround WP® (T2), no se muestra un rendimiento de pilada considerable con respecto de los tratamientos más altos, igualmente, la adición de este producto a los del tratamiento 7 (creando así el tratamiento 8), no marcó una diferencia en la respuesta de la variedad CR-4477.

Según Arce (2009a), en un estudio experimental de este tipo (aplicación de factores individuales y en conjunto), es importante detectar, si existe una posible interacción positiva (sinergismo) o negativa (antagonismo) entre los elementos que son aplicados. Tal es el caso de los resultados que mostró la variedad CR-4477 a la aplicación de los tratamientos T3, T5 y T6, los cuales fueron aplicados en el tratamiento T7 (T7) junto con el tratamiento T4 y en ambos casos, se mostraron resultados extremos, a pesar de tenerse los mismos elementos, esto indica que posiblemente haya una interacción entre los productos aplicados y como consecuente, estos no afecten el rendimiento de la pilada.

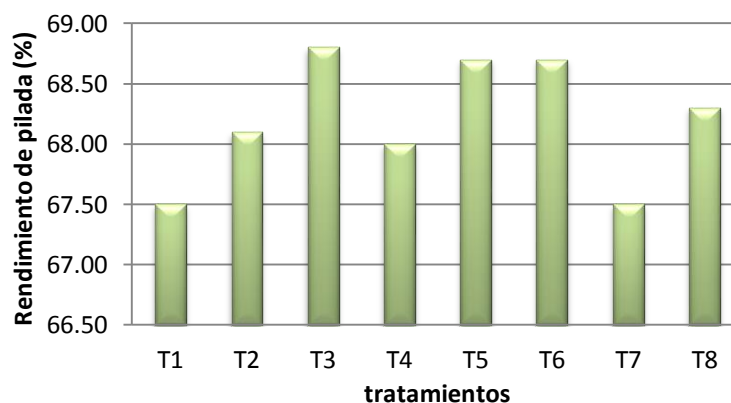


Figura 9. Rendimiento de la pilada (en porcentaje), obtenido por cada tratamiento aplicado a la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

4.4.2. Rendimiento de grano entero (%)

En el experimento, tal y como lo muestra la Figura 10, el tratamiento 6 (Impulse 13-0-40®), fue el que presentó el mayor rendimiento de grano entero (47,6 %), seguido por el tratamiento 3 (GreenSol 70®) y el T4 (GreenSol 48®), por otro lado, el testigo (T1) y el tratamiento 2 (Surround WP®), presentaron los

valores más bajos. No obstante, al igual que en la variable anterior (rendimiento de la pilada), la respuesta mostrada por la variedad CR-4477 para los tratamientos T3, T4 y T5, no se muestra constante en T7, donde se aplican juntos con el T5 (Biofoliar 1 (8-16-16)®), por lo que se puede suponer una posible interacción entre los productos aplicados en T7 o un nulo efecto de estos (individualmente), sobre el rendimiento del grano entero.

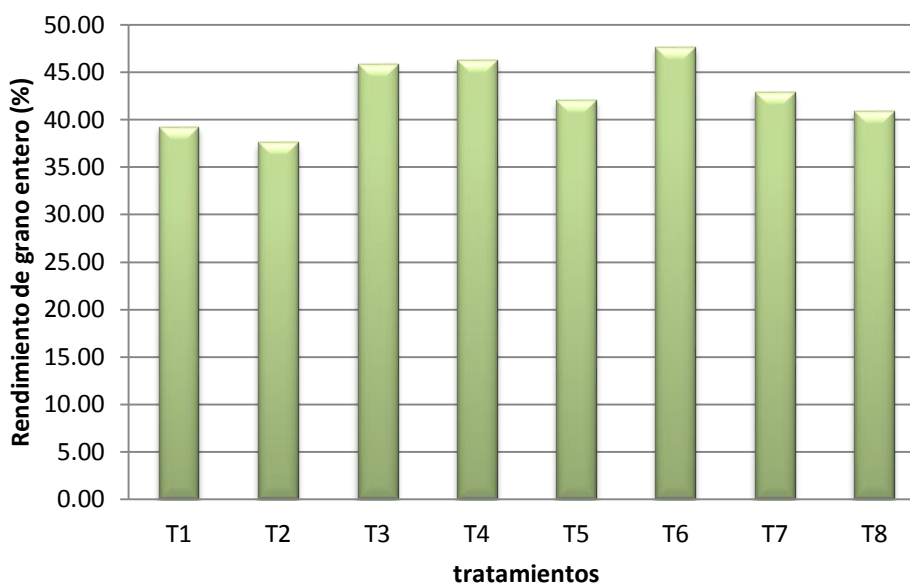


Figura 10. Rendimiento del grano entero (en porcentaje), para cada tratamiento aplicado a la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, 2011.

El rendimiento del grano entero reportado por CONARROZ (2007) para la variedad CR-4477, es de un 52,264 % en base al arroz en granza, sin embargo, en el ensayo, el mayor rendimiento del grano entero obtenido fue de 47,6 % (tratamiento T6) y se obtuvieron rendimientos más bajos, de hasta un 37,6 % (tratamiento 2), valores que están por debajo en un 4,664 y 14,664 % (respectivamente) del valor promedio reportado para esta variedad. Esta diferencia en el rendimiento, respecto al rendimiento base reportado por CONARROZ (2007), marca una reducción considerable en el retorno económico, ya que según este autor, la variable del rendimiento del grano entero, define más del 85 % del valor comercial del arroz en granza (para el caso del rendimiento reportado de 52,264%).

El rendimiento promedio de grano entero/grano quebrado en porcentaje, está determinado por diversos factores tanto a nivel de campo como en el proceso industrial. En el campo, factores como el momento de la cosecha, la humedad del grano a la cosecha, la nutrición recibida por el cultivo y la presencia de enfermedades, afectan significativamente la calidad molinera del grano (UNNE 2007).

A nivel industrial, técnicas inapropiadas de secado son las principales fuentes de producción de grano quebrado. Sin embargo, el periodo que comprende la cosecha del arroz y el secado, también influye considerablemente, ya que el arroz se cosecha entre un 18-20 % de humedad y este, inicia un proceso de degradación que va reduciendo la calidad molinera (Hegglin *et al.* 1999?).

Analizando estos factores, se determinó que posiblemente, la humedad de la cosecha y el tiempo que tomó en llegar la muestra al laboratorio de control de calidad de CONARROZ (sin tomar en cuenta cuando iniciaron ellos con el secado), fueron las principales causas que afectaron los rendimientos de grano entero en la variedad CR-4477, ya que las muestras fueron tomadas 5 días antes de la cosecha cuando el arroz aún estaba con un alto porcentaje de humedad (>23 %) y aunque se llevaron al laboratorio el día siguiente, el alto grado de humedad pudo haber disminuido en ese periodo, el rendimiento del grano entero.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este ensayo, se concluye que:

1. Las aplicaciones del fertilizante foliar; Biofoliar 1 (8-16-16)®, de los bioestimulantes; Greensol 70®, Greensol 48® e Impulse (13-0-40)®, y del caolín (Surround WP®), no mostraron efecto significativo alguno sobre el comportamiento agronómico, productivo y molinero de la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela.
2. La altura y el macollamiento de la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, no fue mejorado por la aplicación de los fertilizantes y bioestimulantes foliares y el caolín.
3. Los componentes del rendimiento evaluados, correspondientes al porcentaje de efectividad, a la frecuencia de longitud de panículas, al número de granos totales, llenos y vanos por panícula y al peso de 1000 granos, en la variedad de arroz CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, no mostraron una respuesta verdadera a la aplicación de los fertilizantes y bioestimulantes foliares y el caolín.
4. El rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de la variedad de arroz CR-4477 evaluada en este ensayo, no fue mejorado a causa de la aplicación de los fertilizantes y bioestimulantes foliares y el caolín.
5. Las aplicaciones de los fertilizantes y bioestimulantes foliares y el caolín no afectaron en ninguno de los componentes de la calidad molinera del grano, evaluados en este ensayo.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo analizado en este ensayo, se recomienda:

1. Plantear un mayor número de repeticiones, ya que esto permite reducir los efectos de factores externos sobre la evaluación del comportamiento de las variables en el ensayo.
2. Efectuar ensayos, donde las dosis de los productos correspondan a las cantidades de macro y microelementos, así como de fitohormonas, reportadas por la literatura, donde se ha logrado obtener resultados significativos en las diferentes variables evaluadas.
3. Identificar cual o cuales son los principales factores que puedan generar variabilidad en el resultado del experimento, ya que esto permitiría ejercer alguna técnica de control en este y darle mayor significancia a las evaluaciones empleadas.
4. Plantear un análisis presupuestario que permita medir la relación beneficio/costo que genera la aplicación de un paquete basado en la fertilización foliar.
5. En futuros ensayos, debe ser estrictamente necesario, realizar un estudio o análisis, que refleje los requerimientos reales de factores adicionales, en el manejo convencional de un sistema.
6. En variables de interés, como el caso del rendimiento, se pueden plantear nuevos ensayos, con objetivos más específicos, evaluando productos como el Surround WP®, que a pesar de no presentar diferencias significativas, mostro una considerable diferencia numérica, con respecto a los demás tratamientos y al testigo.

7. LITERATURA CITADA.

- Aparecido D, JG., Dourado N, D., Newton M, T., Garcia B, RA., Augusto M, P., Binotto F, E. y Nobre C, PE. 2004. Influência do uso de fitorregulador no crescimento do arroz irrigado (en línea). Revista da FZVA 11(1): 86-94. Consultado 26 feb. 2013. Disponible en <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/2190/1706>
- Arce, C. 2009a. Arreglos factoriales. Curso Agroestadística II. Tecnológico de Costa Rica. Ppt. 31 diapositivas, color.
- _____. 2009b. Estudios experimentales. Curso Agroestadística II. Tecnológico de Costa Rica. Ppt. 21 diapositivas, color.
- Chaves A, JG. 2010. Propuesta metodológica y herramientas para sustentar un Sistema de control agronómico en agroecosistemas arroceros (diapositivas). San José, CR. 29 diapositivas, color.
- Chiarelo, C., Gomez, A., Pereira, RD., Winkler, AS. Y Santos, LO. 2007. Efeitos do uso de Stimulate® no desempenho da cultura do arroz irrigado (en línea). UFPel, BR. Consultado 27 feb. 2013. Disponible en http://www.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA_01173.pdf
- BIOAGRO (Bioestimulantes Agropecuarios Internacionales S.A.). 2004?. Biofoliar 1 (8-16-16). Heredia, CR. (Etiqueta)
- _____. 2005?a. Greensol 48; fertilizante soluble. Heredia, CR. (Etiqueta)
- _____. 2005?b. Greensol 70; fertilizante soluble. Heredia, CR. (Etiqueta)
- _____. 2007?. Impulse (13-0-40); fertilizante soluble. Heredia, CR. (Etiqueta)
- Calvo, O. 2004. Costa Rica: sistema agroindustrial del arroz, análisis sociométrico (en línea). Ciencias Sociales no. 105. Consultado 06

may. 2011. Disponible en <http://www.vinv.ucr.ac.cr/latindex/rcs003/07-calvo.pdf>

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 2005. Morfología de la planta de arroz (en línea). Cali. Consultado 07 may. 2011. Disponible en http://webapp.ciat.cgiar.org/riceweb/pdfs/morfologia_planta_arroz.pdf

CONARROZ (Corporación Arroceras Nacionales, CR). 2011. Estadísticas Arroceras Nacionales (en línea). San José. Consultado 14 set. 2012. Disponible en http://www.conarroz.com/index.php?option=com_content&view=article&id=78:estadisticas-ano-arrocero&catid=53:informacion-y-estadisticas-columna-derecha

_____. 2007?. Reglamento interno del mecanismo para la valoración del arroz en granza (correo electrónico). San José. Ppt. 22 diapositivas, color.

De Datta, SK. c1986. Producción de arroz: fundamentos y prácticas. México, D.F, Limusa. 692 p.

Dobermann, A; Fairhurst, T. c2000. Arroz: desordenes nutricionales y manejo de nutrientes. Trad. J Espinosa. Canadá, PPI, PPIC & IRRI.

Encuentro Internacional de Arroz (5, 2008, Habana, CU). 2008?. Mejoramiento, manejo y producción de semillas de arroz. Habana, CU. II Arroz. 112 p.

Espinosa, J. 2002. Rice Nutrition Management in Latin America (en línea). Better Crops International vol.16. Consultado 12 may. 2011. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/\\$webindex/8000E9E5FCFF154285256BDC0071B341/\\$file/BCI+RICE.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/$webindex/8000E9E5FCFF154285256BDC0071B341/$file/BCI+RICE.pdf)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en

la producción de arroz (en línea). FAO. Consultado 12 may. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y2778S/y2778s04.htm#bm4.2.3>

Ferraris, GN. Couretot, LA. 2006. Evaluación de un nuevo fertilizante foliar sobre el rendimiento y otros parametros de cultivo en trigo (en línea). Consultado 10 abr. 2012. Disponible en http://www.laboratoriosdegser.com/ensayos2010/ensayos_trigos/Fertilizaci%C3%B3n_foliar_FdgNS_trigo_2006.pdf

Figuroa, E. Melgar, R. 2005. Ensayo respuesta de la fertilización foliar en arroz (en línea). Consultado 10 abr. 2012. Disponible en http://www.laboratoriosdegser.com/ensayos/arroz_Mercedes.pdf

Goncalves M, R., De Camargo e Castro, PR., Kitahara A, D., Marcel S, J. y Goncalves M, MB. 2012. Fontes e doses de giberelina no desempenho de arroz año em biotestes (en línea). Comunicata Scientiae. 3(4). Consultado 27 feb. 2013. Disponible en <http://comunicata.ufpi.br/index.php/comunicata/article/view/133/144>

Gonzáles, N; Zamorano, D. 2009. El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) (en línea). UChile, CL. Consultado 07 may. 2011. Disponible en http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/Fisiologia_del_arroz.pdf

Hegglin, DR. Pozzolo, O. Andres Grau, A. 1999?. Incidencia de variables en el porcentaje de grano entero de arroz (en línea). UTN, ARG. Consultado 10 abr. 2012. Disponible en http://gecal.frcu.utn.edu.ar/attachments/042_INCIDENCIA.PORC.GRANO.ENTERO.pdf

INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, CR), IDA (Instituto de Desarrollo Agrario, CR), PLAN (Plan Nacional de Alimentos, CR). 2009. Variedades comerciales de arroz (en línea). San José, CR. Consultado 10 jun. 2012. Disponible en <http://www.google.co.cr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&>

[ved=0CE0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.platicar.go.cr%2Findex.php?option=com_infoteca%26view%3Dfile%26step%3D2%26tmpl%3Dcomponent%26id%3D260-variedadesarrozpdf%26Itemid%3D34%26lang%3Den&ei=hwLVT76hNYGk8QTntYjqAw&usq=AFQjCNGqXfBXI8LDShi52sVlcBkCqcW34w](http://www.platicar.go.cr/index.php?option=com_infoteca%26view%3Dfile%26step%3D2%26tmpl%3Dcomponent%26id%3D260-variedadesarrozpdf%26Itemid%3D34%26lang%3Den&ei=hwLVT76hNYGk8QTntYjqAw&usq=AFQjCNGqXfBXI8LDShi52sVlcBkCqcW34w)

IRRI (International Rice Research Institute). 2009. Rice Standar Evaluation System) (en línea). Consultado 25 may. 2011. Disponible en <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/index.php/IRRI>

Jankiewicz, LS. ed. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas: propiedades y acción. Chapingo, MX. Mundi-Prensa. 1:488 p.

Kass, DCL. 1996. Fertilidad de suelos. Ed. J Nuñez. San José, CR, EUNED. 272 p.

López B, JD. 2006. Determinación preliminar de géneros y densidades de poblaciones de nematodos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en la Región Huetar norte de Costa Rica: a review. Tesis Lic. Ing. Agr. Alajuela, CR. TEC. h.10. Chaves, G.1992. El cultivo del arroz: Curso de granos básicos. San Carlos, CR., ITCR. 50 p.

López B, L. 1991. Cultivos herbáceos: Cereales. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 1:540 p.

Meneses, R. 1995. Manejo integrado del cultivo. Cuba. IIArroz. 102 p.

Molina, E. Cabalceta, G. 1992. Fertilización foliar en arroz (*Oryza sativa* L.) en Carrillo, Guanacaste. Agronomía Costarricense. 16(2): 287-290 p.

Moreno R, A. c2007. Elementos nutritivos: asimilación, funciones, toxicidad e indisponibilidad en los suelos (en línea). Amertown International. Consultado 12 may. 2011. Disponible en http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KAqX9kMkCyEC&oi=fnd&pg=PA7&dq=funciones+del+fosforo&ots=kkJh8b_0fB&sig=QxFgqfLksxf66wwlcGmfUZNcFh4#v=onepage&q&f=false

- Ortiz D, A. García, O. 2002. Efecto del ácido giberélico sobre el rendimiento de la variedad de arroz Araure 4. Venezuela. *Agronomía tropical*, 52(4): 485-495 p.
- Ortiz, RA. 2007?. Caolín; la base de la nueva tecnología de película de partículas en agricultura (correo electrónico). Heredia, CR. *Agrosoil Int. & UCR*.
- PPI (Potash & Phosphate Institute, CA). 2002. Nutrient Deficiency Symptoms in Rice (en línea). *Better Crops International* vol.16. Consultado 12 may. 2011. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/\\$webindex/8000E9E5FCFF154285256BDC0071B341/\\$file/BCI+RICE.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/$webindex/8000E9E5FCFF154285256BDC0071B341/$file/BCI+RICE.pdf)
- Ronen I, Y. 2008. Microelementos en la agricultura (en línea). *Red Hidropónica*. No. 38. Lima, Perú. Consultado 27 feb. 2013. Disponible en http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/hidroponia/BOLETIN_38/38-ARTICULO-MICROELEMENTOS.pdf
- Salisbury, FB; Ross, CW. c2000a. *Fisiología de las plantas: Células: agua, soluciones y superficies*. Trad. JM Alonso. Madrid, ES, Paraninfo. 1:305 p.
- _____. c2000b. *Fisiología de las plantas: Células: agua, soluciones y superficies: a review*. Trad. JM Alonso. Madrid, ES, Paraninfo. v.2. p 169. Walker-Simmons, M.,D.A. Kudrna y R.L. Warner. 1989. Reduced accumulation of ABA during wáter stress in a molybdenum cofactor mutant of barley. *Plant Physiology* 90: 728-733.
- _____. c2000c. *Fisiología de las plantas: bioquímica vegetal*. Trad. JM Alonso. Madrid, ES, Paraninfo. 2: 212 p.
- Srivastava, LM. c2002. *Plant Growth and Development: Hormones and Enviroment*. California, USA, Elsevier Science.
- Tascón J, E; García D, E. comps. 1985. *Arroz: investigación y producción*. Cali, CO, PNUD/CIAT. IX, 696 p.

Tello, E. 2012. Metodología para la toma de datos (Fotografía). San Carlos, Alajuela, CR. 3, color. Sin publicar.

TK (Tessenderlo Kerley, USA). 2011. Surround WP: Protector de cultivos (en línea). Consultado 08 may. 2011. Disponible en <http://www.tkinet.com/TKM/Documents/Spec/Spec.%20Sheet%20Surround.pdf>

UNNE (Universidad Nacional del Nordeste, AR). 2007. Fisiología del arroz y mejoramiento (en línea). Consultado 08 may. 2011. Disponible en <http://agr.unne.edu.ar/fao/chile-ppt/1-Fisiologia%20del%20arroz%20Marassi.pdf>

8. ANEXOS

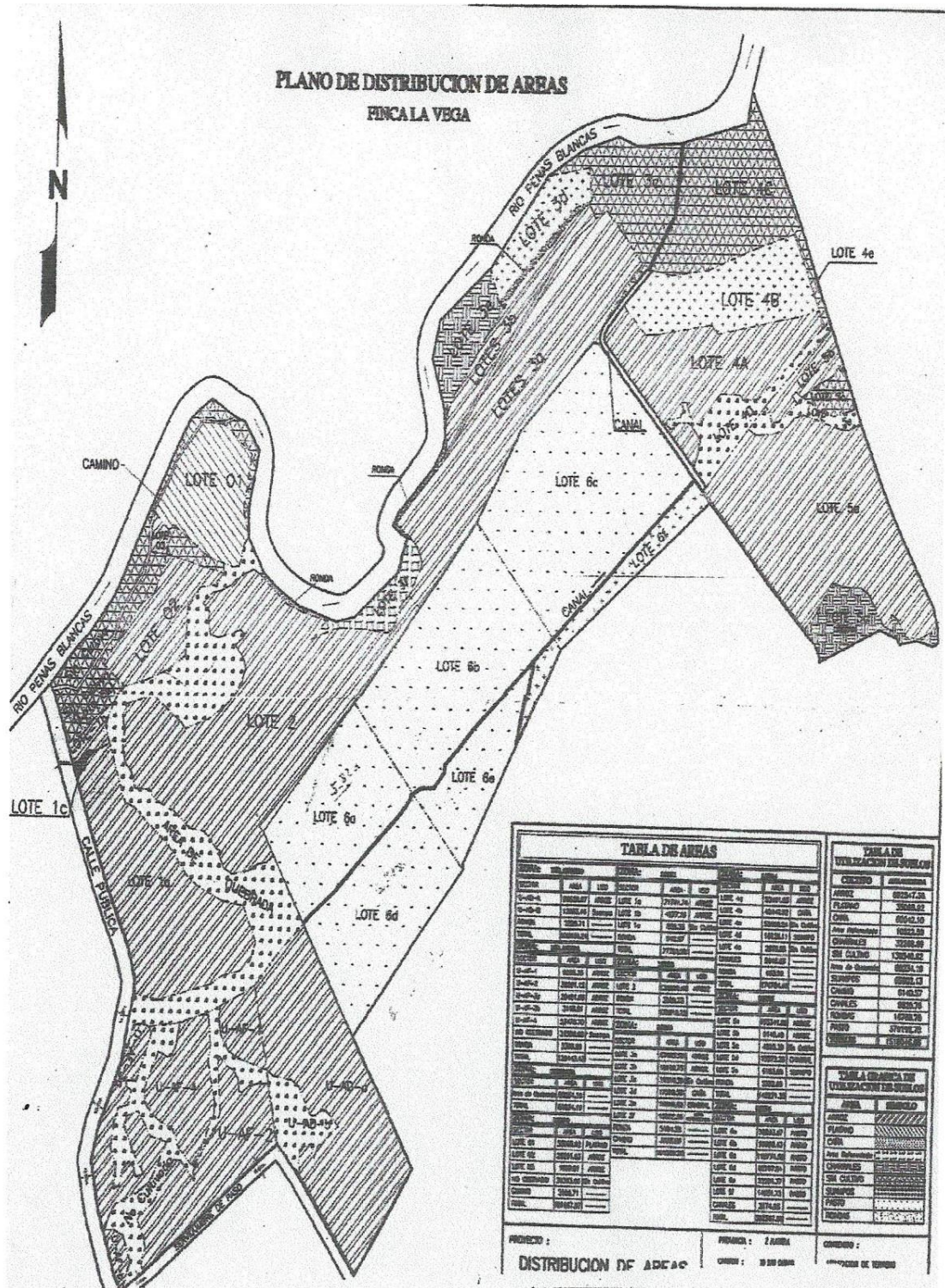


Figura 1. Plano de distribución de áreas de la Finca “La Vega” del Tecnológico de Costa Rica.

CARA IZQUIERDA

¡ALTO! LEA ESTA ETIQUETA ANTES DE MANIPULAR EL PRODUCTO.

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE: No contamine fuentes de agua, ríos, lagos, lagunas, estanques etc., con envases vacíos, remanentes no utilizados o las aguas de lavado de envases vacíos.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DEL PRODUCTO: No almacene ni transporte este producto con productos alimenticios, forrajes, medicamentos, ropa y utensilios de uso doméstico. Almacene bajo llave en un lugar fresco, seco y aireado alejado del calor, y aparte de herbicidas. Conserve el producto en su empaque original, etiquetado y cerrado herméticamente.

AVISO DE GARANTÍA: La compañía fabricante, así como el registrante y distribuidor garantizan la calidad del producto en su envase original y cerrado herméticamente. También garantizan la eficacia del producto, siempre y cuando se le dé el uso estipulado en esta etiqueta. Debido a que está fuera de nuestro alcance el control sobre el almacenamiento y manipuleo de este producto, nos es imposible asumir responsabilidades por posibles daños que puedan ocasionarse debido a estos factores. Se garantiza así mismo la composición química del producto tal y como se indica en la etiqueta, siempre y cuando el envase se encuentre sellado.

1-El fabricante garantiza que el contenido y el peso neto están dentro de lo establecido por la ley.

2- La responsabilidad de **FRIT INDUSTRIES** está bajo esta garantía, cualquier otra será limitada a la devolución del precio de compra y dicha devolución es expresamente aceptada por el comprador como único arreglo.

FRIT INDUSTRIES no expresa ni implica otra Garantía, o Seguridad, o Representación incluyendo garantía de mercadeo y propósito de uso. **FRIT INDUSTRIES** o su distribuidora oficial, no podrá ser demandada por daños directos o circunstanciales. Ninguna modificación a esta garantía es válida o autorizada al menos que sea expresada por escrito y firmada por **FRIT INDUSTRIES**.

COMPATIBILIDAD Y FITOTOXICIDAD:
No es fitotóxico a los cultivos. Es compatible con la mayoría de plaguicidas utilizados. Cuando no se conozca su compatibilidad con algún producto, se recomienda realizar pruebas previas de compatibilidad.


GREEN SOL 48
FERTILIZANTE SOLUBLE

Composición Química	p/p
Nitrógeno (N)	8.00%
Fósforo (P ₂ O ₅)	20.00%
Potasio (K ₂ O)	20.00%
Boro (B)	0.02%
Zinc (Zn)	0.05%
Cobre (Cu)	0.05%
Molibdeno (Mo)	0.0005%
Manganeso (Mn)	0.050%
Hierro (Fe)	0.100%
Citoquininas	0.01%
Gibberelinas	0.02%
Agente Quelatante e Inertes	51.6995%
Total	100.000%

Contiene: 80 gramos de Nitrógeno, 200 gramos Fósforo, 200 gramos de Potasio, 0.2 gramos de Boro, 0.5 gramos de Manganeso, 1 gramo de Hierro, 0.5 gramos de Zinc, 0.5 gramos de Cobre, 0.005 gramos de Molibdeno por kilogramo de producto comercial.

Contenido neto: (X) 10.00 kilogramos

FABRICANTE:
FRIT INDUSTRIES
Jodie Parker Road, Ozark, Alabama 36360 U.S.A.


Agricultura Alternativa

DISTRIBUIDOR:
AGROSOL INTERNACIONAL S.A.
BIOESTIMULANTES AGROPECUARIOS INTERNACIONALES S.A.
(BIOAGRO) BARVA, HEREDIA, COSTA RICA
TEL/FAX (506) 2262-42-31, 2 261-5331

No REG. M.A.G.: 4923 FECHA DE REGISTRO: 28/03/2005

PAIS: COSTA RICA LOTE No: 4282

FECHA DE PRODUCCION: JANUARY 2010

Cara Derecha

NO USE EL PRODUCTO EN FORMA DIFERENTE A LO INDICADO EN LA ETIQUETA.

INSTRUCCIONES DE USO:
PREPARACION DE LA MEZCLA: Para preparar el caldo de aplicación, tiene el tanque de aplicación hasta la mitad con agua limpia, ponga el sistema de aplicación o recirculación a trabajar, vierta la cantidad requerida del producto lentamente, luego añada el resto del agua hasta completar el volumen total requerido, y siga dando agitación.

METODO DE APLICACION: Foliar e inyectado.

USO RECOMENDADO

Melón (*Cucumis melo*), Sandía (*Citrotilus vulgaris*), Piña (*Ananas comosus*, Pepino (*Cucumis sativus*) aplicar de 425-565 gramos/ha en 400-600 litros de agua en intervalos de 15 días durante el ciclo de cultivo. Tomate (*Lycopersicon esculentum*) y Chile (*Capiscium annua*): 425-565 gramos/ha en 400-600 litros de agua al estado de la 5 hoj., repetir a intervalos de 14 días durante el periodo de crecimiento.

Frijol (*Phaseolus vulgaris*) aplicar 565 gramos/ha en 400-600 litros de agua en una banda al estado de hoja 3-5. Arroz (*Oryza sativa*) aplicar 300-565 gramos/ha en 400-600 litros de agua durante el periodo de crecimiento repetir después de la aplicación de herbicida

Maíz (*Zea mays*) aplicar 325-565 gramos /ha en 400-600 litros de agua directamente al follaje en el estado 3-5 hoja. Repetir a intervalos de 10-14 días durante el periodo de crecimiento.

Cítricos (*Citrus sp*) aplicar 650 gramos/ha en 400 litros de agua .

Fresas (*Fragaria sp*) aplicar de 425-565 gramos/ha en 400-600 litros de agua 7-10 días después de aparecer nuevo follaje Repetir a intervalos de 14 días durante el periodo de crecimiento.

Papa (*Solanum tuberosum*) Aplicar 285 gramos/ha por 400-600 litros de agua en el estado de hoja 0-5. Repetir a intervalos de 14 días durante el periodo de crecimiento.

Zanahoria (*Daucus carota*), Remolacha (*Beta vulgaris*) Aplicar 290 gramos/ha por 400-600 litros de agua en el estado de hoja 3.Repetir a intervalos de 14 días durante el periodo de crecimiento.

Cebolla (*Allium cepa*) Ap (*Allium sativus*) aplicar de 425-565 gramos/ha en 400-600 litros de agua 21 días después del trasplante. Repetir a intervalos de 14 días durante el periodo de crecimiento.

Repollo (*Brassica oleracea* var capitata), Coliflor (*Brassica oleracea* var botrytis), Brocoli (*Brassica oleracea* var italica), vegetales de hoja como la Lechuga (*Lactuca sativa*), etc.: Aplicar 565 gramos/ha en 400-600 litros de agua al estado de hoja 3. Repetir a intervalos de 14 días durante el periodo de crecimiento. Plantas ornamentales de interiores y exteriores, follaje y flor 200 gramos/ litro cada 14 días durante el crecimiento. Frutales tales como: Cítricos (*Citrus sp*), Aguacate (*Persea americana*), Mango (*Mangifera indica*), etc., Café (*Coffea arabica*), Palma Acollera (*Elais guineensis*), Caña de Azúcar (*Sachanum officinarum*), Macadamia (*Macadamia spp*), Mora (*Rubus sp*), Heléchos y Ornamentales (*Rumex acetosiformis*), (Rosa sp), etc. en dosis de 300-600 gramos/ha en 400-600 litros de agua.

Tratamiento de semillas. Trate solamente las semillas que va a plantar. No almacene el exceso de semillas tratadas. Aplique 126 gramos de producto por 50 kilogramos de semilla cuando lava la semilla . No trate semilla que se va a comer. Pasa (*Solanum tuberosum*) aplique 15-30 gramos en 40 kilogramos de semilla cortada en piezas. Trate la semilla inmediatamente que se corta. Puede mezclarse con otros tratamientos de semilla

Banano y plátano (*Musa spp.*) : Use 300-425 gramos/ha en 23-27 litros de agua en aplicaciones aéreas y 200-300 litros de agua en aplicaciones terrestres a intervalos de 14-30 días.
Use inyectado en plantas de banano o plátano en solución al 10-20% en un volumen de 5 mililitros por planta

Figura 2. Etiqueta del bioestimulante foliar GreenSol 48®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2005.

¡ALTO! LEA ESTA ETIQUETA ANTES DE MANIPULAR EL PRODUCTO.

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE: No contamine fuentes de agua, ríos, lagos, lagunas, estanques etc., con envases vacíos, remanentes no utilizados o las aguas de lavado de envases vacíos.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DEL PRODUCTO: No almacene ni transporte este producto con productos alimenticios, forrajes, medicamentos, ropa y utensilios de uso doméstico. Almacene bajo llave en un lugar fresco, seco y aireado alejado del calor, y aparte de herbicidas. Conserve el producto en su empaque original, etiquetado y cerrado herméticamente.

AVISO DE GARANTÍA: La compañía fabricante, así como el registrante y distribuidor garantizan la calidad del producto en su envase original y cerrado herméticamente. También garantizan la eficacia del producto, siempre y cuando se le dé el uso estipulado en esta etiqueta. Debido a que está fuera de nuestro alcance el control sobre el almacenamiento y manipuleo de este producto, nos es imposible asumir responsabilidades por posibles daños que puedan ocasionarse debido a estos factores. Se garantiza así mismo la composición química del producto tal y como se indica en la etiqueta, siempre y cuando el envase se encuentre sellado.

1-El fabricante garantiza que el contenido y el peso neto están dentro de lo establecido por la ley.

2- La responsabilidad de **FRIT INDUSTRIES** está bajo esta garantía, cualquier otra será limitada a la devolución del precio de compra y dicha devolución es expresamente aceptada por el comprador como único arreglo.

FRIT INDUSTRIES no expresa ni implica otra Garantía, o Seguridad, o Representación incluyendo garantía de mercadeo y propósito de uso. **FRIT INDUSTRIES** o su distribuidora oficial, no podrá ser demandada por daños directos o circunstanciales. Ninguna modificación a esta garantía es válida o autorizada al menos que sea expresada por escrito y firmada por **FRIT INDUSTRIES**.


GREEN SOL 70
FERTILIZANTE SOLUBLE

Composición Química	p/p
Nitrógeno (N)	10.00%
Fósforo (P ₂ O ₅)	52.00%
Potasio (K ₂ O)	8.00%
Boro (B)	0.020%
Zinc (Zn)	0.050%
Cobre (Cu)	0.050%
Molibdeno (Mo)	0.0005%
Manganeso (Mn)	0.050%
Hierro (Fe)	0.100%
Citoquininas	0.0175%
Agente Quelatante e Inertes	29.712%
Total	100.000%

Contiene: 100 gramos de Nitrógeno, 520 gramos Fósforo, 80 gramos de Potasio, 0.2 gramos de Boro, 0.5 gramos de Manganeso, 1 gramo de Hierro, 0.5 gramos de Zinc, 0.5 gramos de Cobre, 0.005 gramos de Molibdeno por kilogramo de producto comercial.

Contenido neto: (X) 10.00 kilogramos

FABRICANTE:
FRIT INDUSTRIES
Jodie Parker Road, Ozark, Alabama 36360 U.S.A.


Agricultura Alternativa

DISTRIBUIDOR:
AGROSOL INTERNACIONAL S.A.
BIOESTIMULANTES AGROPECUARIOS INTERNACIONALES S.A.
(BIOAGRO) BARVA, HEREDIA, COSTA RICA
TEL/FAX (506) 2262-42-31, 2261-5331

No REG. M.A.G.: 4924 FECHA DE REGISTRO: 28/03/2005

PAIS: COSTA RICA LOTE No: 4281

FECHA DE PRODUCCION: JANUARY 2010

NO USE EL PRODUCTO EN FORMA DIFERENTE A LO INDICADO EN LA ETIQUETA.

INSTRUCCIONES DE USO:
PREPARACION DE LA MEZCLA: Para preparar el caldo de aplicación, tiene el tanque de aplicación hasta la mitad con agua limpia, ponga el sistema de aplicación o recirculación a trabajar, vierta la cantidad requerida del producto lentamente, luego añada el resto del agua hasta completar el volumen total requerido, y siga dando agitación.

METODO DE APLICACION: Foliar e inyectado.

USO RECOMENDADO

Melón (*Cucumis melo*), Piña (*Ananas comosus*), Sandía (*Citrotilus vulgaris*), aplicar de 300-425 gramos/ha en 400-600 litros de agua a intervalos de 14 días. Arroz (*Oryza sativa*) aplicar 425-565 gramos/ha en 400-600 litros de agua durante el crecimiento, antes de la iniciación de la panícula.

Maíz (*Zea mays*), Sorgo (*Sorghum halapense*), Arroz (*Oryza sativa*), aplicar 300-565 gramos /ha en 400-600 litros de agua Pepino (*Cucumis sativus*) aplicar de 300-425 gramos/ha en 400-600 litros de agua cuando comienza la floración. Repetir a intervalos de 14 días. Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Brocoli (*Brassica oleracea* var italica), Apio (*Caucosium annua*), Brocoli (*Brassica oleracea* var italica), Apio (*Chium graveolens*), Lechuga (*Lactuca sativa*), Repollo (*Brassica oleracea* var capitata), Pasa (*Solanum tuberosum*), Berenjena (*Solanum melongena*), Zanahoria (*Daucus carota*), etc. en dosis de 300-500 gramos/ha en 200-400 litros de agua.

Frijol (*Phaseolus vulgaris*) aplicar 565 gramos/ha en 400-600 litros de agua cuando inicia la primera floración.

Cítricos (*Citrus sp*) aplicar 700 gramos/ha en 400-600 litros de agua cuando inicia la floración.

Plantas ornamentales interiores/exteriores de follaje y de flor: aplicar 15 gramos por litro de agua asperjados cada 14 días durante el periodo de crecimiento. Pastos: aplicar 600 gramos/ha para mantener el vigor y color.

Frutales tales como: Cítricos (*Citrus sp*), Aguacate (*Persea americana*), Mango (*Mangifera indica*), etc., Café (*Coffea arabica*), Palma Acollera (*Elais guineensis*), Caña de Azúcar (*Sachanum officinarum*), Macadamia (*Macadamia spp*) Granos como: Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Maíz (*Zea mays*), etc. Fresa (*Fragaria sp*), Mora (*Rubus sp*), Heléchos y Ornamentales (*Rumex acetosiformis*), (Rosa sp), etc. en dosis de 300-500 gramos/ha en 300-600 litros de agua.

Banano y plátano (*Musa spp.*) : Use 300-425 gramos/ha en 23-27 litros de agua en aplicaciones aéreas y 200-300 litros de agua en aplicaciones terrestres a intervalos de 14-30 días.
Use inyectado en plantas de banano o plátano en solución al 10-20% en un volumen de 5 mililitros por planta

COMPATIBILIDAD Y FITOTOXICIDAD:
No es fitotóxico a los cultivos. Es compatible con la mayoría de plaguicidas utilizados. Cuando no se conozca su compatibilidad con algún producto, se recomienda realizar pruebas previas de compatibilidad.

Figura 3. Etiqueta del bioestimulante foliar GreenSol 70®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2005.

BioAgro
Agricultura Alternativa

8-16-16

PRO-SOL

Fertilizante Soluble

Nitrógeno (N)	8.00%
Fósforo (P ₂ O ₅)	16.00%
Potasio (K ₂ O)	16.00%
Magnesio (MgO)	8.04%
Boro (B)	0.02%
Hierro (Fe)	0.18%
Zinc (Zn)	0.25%
Cobre (Cu)	0.25%
Molibdeno (Mo)	0.005%
Acidez equivalente a litras	51.150%
TOTAL	100.000%

Contiene: 80 gramos de Nitrógeno, 160 gramos de Fósforo, 160 gramos de Potasio, 80.4 gramos de Magnesio, 0.2 gramos de Boro, 0.36 gramos de Hierro, 0.5 gramos de Zinc, 0.5 gramos de Cobre, 0.005 gramos de Molibdeno por litro de producto.

Contenido: 10 Kg

Fabricante PRO-SOL P.O. 1589, Ozark, Al 3636-1589 Estados Unidos Distribuidor Agrosol Internacional S.A Bioestimulantes Agropecuarios Internacionales S.A Barva, Heredia, Costa Rica Tel/Fax (506) 2262-4253, 2261-5331

ALTO! LEA ESTA ETIQUETA ANTES DE MANIPULAR EL PRODUCTO.

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE: No contamine fuentes de agua, ríos, lagos, lagunas, estanques etc., con envases vacíos, remanentes no utilizados o las aguas de lavado de envases vacíos.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DEL PRODUCTO: No almacene ni transporte este producto con productos alimenticios, forrajes, medicamentos, ropa y utensilios de uso doméstico. Almacene bajo llave en un lugar fresco, seco y alejado de herbicidas. Conserve el producto en su empaque original, etiquetado y cerrado herméticamente.

AVISO DE GARANTÍA: La compañía fabricante, así como el registrante y distribuidor garantiza la calidad del producto en su empaque original y cerrado herméticamente. También garantiza la eficacia del producto siempre y cuando se le dé el uso estipulado en esta etiqueta. Debido a que está fuera de nuestro alcance el control sobre el almacenamiento y manejo de este producto, nos es imposible asumir responsabilidades por posibles daños que puedan ocasionarse debido a estos factores. Se garantiza así mismo la composición química del producto tal y como se indica en la etiqueta, siempre y cuando el envase se encuentre sellado.

1-El fabricante garantiza que el contenido y el peso neto están dentro de lo establecido por la ley.

2- La responsabilidad de PRO-SOL está bajo esta garantía, cualquier otra será limitada a la devolución del precio de compra y dicha devolución es expresamente aceptada por el comprador como único arreglo.

PRO-SOL no expresa ni implica otra Garantía, o Seguridad, o Representación incluyendo garantía de mercado y propósito de uso.

PRO-SOL o su distribuidora oficial, no podrá ser demandada por daños directos o circunstanciales. Ninguna modificación a esta garantía es válida o autorizada al menos que sea expresada por escrito y firmada por PRO-SOL.

COMPATIBILIDAD Y FITOTOXICIDAD: No se debe aplicar a los cultivos. Cuando no se conozca su compatibilidad con algún producto se recomienda realizar pruebas previas de compatibilidad.

NO REG. M.A.G.: 4855 Fecha de registro: 04-11-04
País: Costa Rica
Fecha De Producción: JANUARY 2010
LOTE NO: 4267

Uso Recomendado

Cultivos	Dosis	Época Y Frecuencia
Hortícolas y Ornamentales (Banano, plátano, mango, papaya, etc.)	50 - 100 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Cada 15 días
Arroz (Cultivo tradicional)	10 - 50 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	En prefloración
Papa (Cultivo comercial)	100 - 400 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Una vez al mes
Melón (Cultivo tradicional)	10 - 50 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Cada 15 días, Riego o vía sistema
Frutas en General (Cítricos, mango, papaya, etc.)	50 - 100 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Prefloración y en etapa de fruto
Palmito (Cultivo comercial)	10 - 50 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Cada 30 días
Yuca (Cultivo comercial)	10 - 50 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Cada 30 días
Musáceas (Banano y Plátano)	10 - 30 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Cada 30 días
Frutas Ácidas (Cítricos, Mango, Papaya, etc.)	20 - 50 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Entrada y salida de época fructífera
Hortícolas (Tomate, Cebolla, Lechuga, etc.)	5 - 10 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Sensibilización o cada 15 días Riego o vía sistema
Palmas en general	2 - 5 Kg/ha en 200 - 400 l de agua	Una vez al mes

Figura 4. Etiqueta del fertilizante foliar Biofoliar 1 (8-16-16)®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2004.

BioAgro
Agricultura Alternativa

13-0-40 IMPULSE

FERTILIZANTE SOLUBLE

Composición Química p/p

Nitrógeno (N)	13.00%
Potasio (K ₂ O)	40.00%
Boro (B)	0.10%
Zinc (Zn)	0.35%
Cobre (Cu)	0.25%
Citocininas	0.005%
Ciberrelinas	0.0075%
Ingredientes Inertes	46.2875%
Total	100.00%

Contiene: 130 gramos de Nitrógeno, 400 gramos de Potasio (K₂O), 1 gramos de Boro, 3.5 gramos de Zinc, 2.5 gramos de Cobre, 0.05 gramos de citocininas y 0.075 gramos de ácido gibberlico por kilogramo de producto comercial.

Contenido neto: 10 Kilogramos

FABRICANTE:

PRO-SOL
Frit Industries Corporation
P.O. 1589, Ozark, Al 3636-1589
Estados Unidos

DISTRIBUIDOR:

-AGROSOL INTERNACIONAL, S.A.
-BIOESTIMULANTES AGROPECUARIOS INTERNACIONALES
S.A. (BIOAGRO) BARVA, HEREDIA, COSTA RICA
TEL/FAX (506) 2262-4231, 2261-5331

NO REG. M.A.G.: 5449 **FECHA DE REGISTRO: 22-5-2007**
PAÍS: COSTA RICA **LOTE NO: 4071**
FECHA DE PRODUCCIÓN: SEPTEMBER, 2009

NO USE EL PRODUCTO EN FORMA DIFERENTE A LO INDICADO EN LA ETIQUETA.

INSTRUCCIONES DE USO:
PREPARACIÓN DE LA MEZCLA: Para preparar la mezcla de aplicación se recomienda agitar el líquido y, antes de usar, verificar la cantidad de producto, agitando vigorosamente. Añadir luego agua hasta completar el volumen deseado siempre agitando el contenido.

USO RECOMENDADO

Cultivos	Dosis	Época Y Frecuencia
Hortícolas y Ornamentales (Banano, plátano, mango, papaya, etc.)	0.5 - 1 kg / ha/400 Litros de agua	Cada 15 días
Arroz (Cultivo tradicional)	0.5 kg / ha/400 Litros de agua	A la siembra, en prefloración y en precosecha
Papa (Cultivo comercial)	0.5 kg / ha/200-400 Litros de agua	A la siembra, en prefloración y en precosecha
Frutas en General (Cítricos, mango, papaya, etc.)	0.5 kg / ha/400 Litros de agua	A la siembra, en prefloración y en precosecha
Palmito (Cultivo comercial)	2-4 Kg/ha/400 Litros de agua	1-2 aplicaciones en entrada de época
Yuca (Cultivo comercial)	2 Kg/ha/400 Litros de agua	1-2 aplicaciones en entrada de época
Banano y Plátano (Cultivo comercial)	1-2 Kg/ha/400 Litros de agua	1-2 aplicaciones en entrada de época
Frutas Ácidas (Cítricos, Mango, Papaya, etc.)	2-4 Kg/ha/400 Litros de agua	1-2 aplicaciones en entrada de época
Hortícolas (Tomate, Cebolla, Lechuga, etc.)	5 - 10 Kg/ha/400 Litros de agua	Sensibilización o cada 15 días Riego o vía sistema
Palmas en general	2 - 5 Kg/ha/400 Litros de agua	Una vez al mes

COMPATIBILIDAD Y FITOTOXICIDAD: No se debe aplicar a los cultivos. Cuando no se conozca su compatibilidad con algún producto se recomienda realizar pruebas previas de compatibilidad.

Figura 5. Etiqueta del bioestimulante foliar Impulse (13-0-40) ®. Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Bioagro 2007.



Surround® WP

Protector de Cultivos

INSTRUCCIONES PARA EL USO

1. INFORMACIÓN GENERAL

Surround® WP forma una película de finas partículas minerales para actuar de barrera física protectora de los cultivos. Cuando se aplica **Surround WP** a las plantas, se forma sobre éstas una película blanca y seca. Una cobertura uniforme y continuada es esencial durante todo el periodo de estrés ambiental.

Precauciones para la planta: Porque **Surround WP** mantiene las superficies de la planta más frescas puede provocar un adelanto o atraso en la maduración de algunos cultivos en un promedio de 3 a 7 días, especialmente en las regiones más frías.

a. Instrucciones de mezcla:

Atomizadores con sistema de agitación

1. Vierta lentamente **Surround WP** polvo mojable en el tanque con circulación de agua. Póngalo directamente en el recipiente de mezcla en caso en que el sistema de recirculación pase por este recipiente. En caso contrario añada **Surround WP** directamente al agua. Si no tiene recipiente para la mezcla, agregue el polvo muy lentamente al agua. Mezcle muy bien.
2. Si es necesario, añada los pesticidas.
3. Mantenga funcionando el sistema de agitación hasta que todo el material del tanque haya sido aplicado.
4. Aplique hasta vaciar el tanque, y luego enjuague el sistema y las boquillas con agua limpia. Elimine adecuadamente el agua usada.

b. Compatibilidad:

Generalmente **Surround WP** es compatible con la mayoría de los productos tales como insecticidas, acaricidas y fungicidas. Sin embargo, el usuario debe probar las mezclas antes de usarlas. Cuando mezcle con otros productos, haga una pequeña prueba y observe las características de la solución o mezcla y la película formada. Grumos, precipitación, ausencia en la formación de la película o cambios en la viscosidad, son signos de incompatibilidad.

Siempre añada los pesticidas después de **Surround WP** polvo. No se recomienda el uso de antiespumantes.

No mezclar con otros productos a base de partículas minerales como tierra de diatomeas. Aplicaciones de **Surround WP** sobre estos productos o aplicaciones de estos productos sobre **Surround WP** no son recomendadas porque puede perjudicar el lavado en postcosecha.

El uso de otros adyuvantes en conjunto con **Surround WP** podría originar una pobre adhesión o cubrimiento, reduciendo la eficacia del producto. El uso de adyuvantes no aprobados por Tesserdero Kerley México no es recomendado.

c. Instrucciones generales de aplicación:

Dosis de Aplicación: Se recomienda emplear **Surround WP** en concentraciones de 2.5 a 5.0 kgs. por cada 100 litros de agua. En las dos primeras aplicaciones se debe usar una dosis de 5kg/100 litros de agua. En las aplicaciones posteriores se puede reducir la dosis a la mitad en el mismo volumen de agua. Dos o más aplicaciones son recomendadas para un óptimo cubrimiento.

Volumen de aspersión y cubrimiento: Use un volumen suficiente para obtener un buen cubrimiento. Siempre use en volumen necesario para mojar todas las superficies de las hojas. Si se reduce las dosis, no reduzca el volumen; use el mismo volumen necesario para mojar las hojas.

Huertos: Para árboles de gran porte, 3-4 metros de altura, 1000 litros/hectárea son recomendados. Árboles más grandes necesitan un volumen mayor, más pequeños un volumen menor.

Cultivos más pequeños como hortalizas y vid: En cultivos de porte bajo podrían necesitar solamente 250-500 litros/hectárea.

Cambio del color de la planta: Al secarse el producto, todas las superficies de la planta deben quedar con un color blanquecino. Los tratamientos posteriores dejarán la superficie de la planta con un blanco más intenso. Esto es normal, e indica una apropiada formación de la película. Generalmente, dos o más aplicaciones son necesarias para un completo cubrimiento y para el establecimiento de la barrera protectora. Cuando la planta haya perdido su color blanquecino es necesario hacer una nueva aplicación. Una lluvia intensa, nuevos crecimientos y vientos fuertes pueden afectar la calidad de la película.

Aplique nuevamente después de una lluvia intensa (tan pronto como se seque el follaje) para restablecer el cubrimiento. No es necesario hacer una nueva aplicación si todas las superficies deseadas permanecen apropiadamente cubiertas. No aplique de forma que la cubierta quede excesivamente gruesa.

Estado de humedad de la hoja: No aplique con el follaje demasiado húmedo.

En condiciones de calor y baja humedad: Puede ser necesario el uso de boquillas que produzcan gotas más gruesas y de mayor volumen; de lo contrario, el producto podría secarse antes de llegar al follaje provocando deficiente formación de la película. Cuando se utilice **Surround WP** en condiciones normales de temperatura y humedad, se recomienda el uso de boquillas que produzcan gotas finas.

Métodos de aplicación: Se necesita atomizadores de aire o pulverizadores de alta presión (pistola) para árboles o de tipo bum para plantas pequeñas. Siga las instrucciones específicas de la etiqueta de cada cultivo respecto al volumen de aplicación requerido. Calibre el equipo según las instrucciones del fabricante para obtener el volumen necesario. La fluidez del producto es similar al agua. Use filtros en el sistema de aplicación y detrás de cada boquilla según práctica habitual.

Riego por aspersión y pivote: Se recomienda no emplear este tipo de riego ya que podría lavar la cubierta del producto y reducir su eficiencia, pero en caso de usarlo, hágalo justo antes de la aplicación del producto. Así, no será lavado prematuramente.

Superficies: No se recomienda aplicar **Surround WP** cerca de donde no se desee una película visible o que no pueda ser lavada, tales como madera porosa, mampostería, asfalto, y otros artículos valiosos.

d. Protector contra quemaduras, rayos solares, y estrés térmico: En ambientes con altas temperaturas **Surround WP** reduce la temperatura del follaje de la planta y por lo tanto reduce el calor y el estrés hídrico. En el caso de algunos grutales ha mostrado un mayor color en el fruto, más uniformidad, mayores grados brix, mejor tamaño de fruta, menor daño de quemaduras del sol y menor caída del fruto.

Cuando se aplica a la dosis y frecuencia recomendadas, se pueden obtener otros beneficios tales como mejor vigor en las planta y mejores rendimientos.

Para reducción de quemaduras del sol: Es necesario establecer un buen cubrimiento antes de que ocurran las condiciones que producen este fenómeno. Para establecer el cubrimiento completo de todas las superficies de la fruta, aplique de uno a dos tratamientos no transcurriendo más de 7 días entre ellos a la concentración de 5% (5 kg./100 litros).

Según dure el periodo de altas temperaturas, pueden ser necesarias hasta un total de tres a cuatro aplicaciones, realizándose cada 14-21 días.

Cultivos en los que se puede aplicar Surround:

Hortalizas: Tales como chile, tomate, pepino, calabaza, melón, sandía, vid.

Frutales: Tales como manzano, mango, aguacate, perales, cítricos, olivo, papayos.

e. Empaque y procesamiento de la fruta:

Se necesita lavar la fruta a menos que las condiciones climáticas hayan eliminado el producto antes de la cosecha. Se lavan en la línea de empaque mediante la aplicación de agua a presión y cepillos. Un detergente permitido puede ser usado en la línea de empaque y/o en el tanque. Se recomienda una prueba previa al empaque para determinar si es necesario usar detergente. La aplicación de cera mejora la apariencia de la fruta. No use **Surround WP** en cultivos que no son lavados en post cosecha, tales como fresas y uvas de mesa, a menos que las aplicaciones serían cuando no hay frutos en las plantas (antes de floración o después de la cosecha).

©2009 Tesserdero Kerley, Inc. Todos los derechos reservados. Surround es un marca registrada de Tesserdero Kerley, Inc.

NSV1PLMX1208



Figura 6. Etiqueta del caolín (Surround WP®). Empleado en el ensayo realizado en Finca La Vega San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Fuente: TK 2011.

Cuadro 1. Precipitación media mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.

Precipitación media mensual para el año 2010											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
483,3	254,3	488,9	125,2	254,3	476,2	406,9	451	248,2	267,9	557,6	405,6

Cuadro 2. Temperatura media mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.

Temperatura mensual promedio para el año 2010											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
24,16	25,37	25,35	26,87	26,57	26,72	26,69	27	26,92	25,71	24,58	22,46

Cuadro 3. Temperatura media máxima mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.

Temperatura mensual máxima promedio para el año 2010											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
28,15	29,51	29,79	31,57	30,95	30,78	30,58	30,2	30,73	29,73	28,07	25,25

Cuadro 4. Temperatura media mínima mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.

Temperatura mensual mínima promedio para el año 2010											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
20,17	21,23	20,91	22,17	24,68	22,66	22,81	23,8	23,11	21,68	20,23	19,68

Cuadro 5. Porcentaje de HR media mensual del distrito de Florencia de San Carlos, Alajuela, para el año 2010.

% de humedad relativa mensual promedio para el año 2010											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
88	87	89	86	86	93	92	94	90	90	93	91

Cuadro 6. Análisis de laboratorio de la parcela experimental, correspondiente al lote 3a, Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.2010.

No. Lab.	Identificación	H ₂ O		cmol(+)/L			mg/L				
		pH	K	Ca	Mg	Acidez Ext.	P	Fe	Cu	Zn	Mn
S-738-10	Lote 3a	5.1	0.27	13.98	3.99	0.69	29	226	11	3.7	173

Cuadro 7. Análisis de la varianza de los índices de macollamiento presentado por las distintas unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Indice macollamiento	24	0,90	0,83	14,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	35,50	10	3,55	12,05	<0,0001	
Trat.	4,29	7	0,61	2,08	0,1209	
Repet.	0,66	2	0,33	1,12	0,3554	
Poblacion inicial	12,43	1	12,43	42,19	<0,0001	-0,02
Error	3,83	13	0,29			
Total	39,34	23				

Cuadro 8. Análisis de la varianza para la altura de la planta a los 100 Días Después de Emergencia (DDE, presentada por las unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura a 100 DDE24	24	0,67	0,46	1,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	86,31	9	9,59	3,14	0,0271
Trat.	49,47	7	7,07	2,32	0,0859
Repet.	36,84	2	18,42	6,03	0,0129
Error	42,73	14	3,05		
Total	129,04	23			

Cuadro 9. Análisis de la varianza para el porcentaje de efectividad (tallos efectivos), presentado por las unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% tallos efectivos	24	0,37	0,00	16,66	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	885,44	9	98,38	0,92	0,5327
Trat.	735,29	7	105,04	0,99	0,4782
Repet.	150,15	2	75,08	0,71	0,5105
Error	1489,48	14	106,39		
Total	2374,92	23			

Cuadro 10. Análisis de la varianza para las frecuencias de panículas pequeñas en todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Frecuencias pequeñas	24	0,32	0,00	20,95	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	226,46	9	25,16	0,74	0,6676
Trat.	198,57	7	28,37	0,84	0,5753
Repet.	27,89	2	13,95	0,41	0,6707
Error	474,91	14	33,92		
Total	701,37	23			

Cuadro 11. Análisis de la varianza para las frecuencias de panículas medianas en todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Frecuencias medianas	24	0,54	0,25	4,31	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	117,52	9	13,06	1,86	0,1433
Trat.	64,80	7	9,26	1,32	0,3109
Repet.	52,72	2	26,36	3,76	0,0493
Error	98,16	14	7,01		
Total	215,68	23			

Cuadro 12. Análisis de la varianza para las frecuencias de panículas grandes en todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Frecuencias grandes	24	0,44	0,09	56,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	413,51	9	45,95	1,24	0,3450
Trat.	259,66	7	37,09	1,00	0,4686
Repet.	153,85	2	76,93	2,08	0,1617
Error	517,51	14	36,96		
Total	931,02	23			

Cuadro 13. Análisis de la varianza del rendimiento alcanzado por las distintas unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento Kg/ha	24	0,19	0,00	9,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1223260,29	9	135917,81	0,36	0,9379
tratamiento	1053485,96	7	150497,99	0,39	0,8900
Repetición	169774,33	2	84887,17	0,22	0,8031
Error	5336601,67	14	381185,83		
Total	6559861,96	23			

Cuadro 14. Análisis de la varianza para el peso de 1000 granos presentado por las unidades experimentales en el ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso 1000 G	24	0,62	0,37	1,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,56	9	0,06	2,51	0,0598
tratamiento	0,36	7	0,05	2,08	0,1155
Repetición	0,20	2	0,10	4,01	0,0421
Error	0,35	14	0,02		
Total	0,91	23			

Cuadro 15. Análisis de la varianza para el porcentaje de la merma presentada en las panículas pequeñas, para todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
%M pequeñas	24	0,16	0,00	39,49	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	141,99	9	15,78	0,30	0,9613
tratamiento	131,00	7	18,71	0,36	0,9111
Repetición	11,00	2	5,50	0,11	0,9005
Error	728,85	14	52,06		
Total	870,84	23			

Cuadro 16. Análisis de la varianza para el porcentaje de la merma presentada en las panículas medianas, para todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
%M medianas	24	0,14	0,00	33,75	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,56	9	3,84	0,26	0,9769
tratamiento	29,56	7	4,22	0,28	0,9504
Repetición	5,00	2	2,50	0,17	0,8475
Error	209,26	14	14,95		
Total	243,82	23			

Cuadro 17. Análisis de la varianza para el porcentaje de la merma presentada en las panículas grandes, para todas las unidades experimentales del ensayo. Finca La Vega, San Carlos, Alajuela 2011.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
%M grandes	24	0,65	0,42	24,07	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	148,74	9	16,53	2,86	0,0382
tratamiento	83,06	7	11,87	2,05	0,1194
Repetición	65,68	2	32,84	5,68	0,0156
Error	80,91	14	5,78		
Total	229,65	23			