

EFFECTO DEL SILICIO EN LA FERTILIDAD DEL SUELO,
EN LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES Y EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*)
var CR 4477

ALEJANDRA HERRERA BARRANTES

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

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS

2011

EFFECTO DEL SILICIO EN LA FERTILIDAD DE SUELO,
EN LA DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES Y EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*)
var CR 4477

ALEJANDRA HERRERA BARRANTES

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Parménides Furcal Beriguete, M.Sc.

Asesor

Ing. Agr. José Gerardo Chaves Alfaro, MAP

Jurado

Ing. Agr. Carlos Enrique Arce Calderón, Lic.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

Coordinador Trabajos Finales
de Graduación

Ing. Agr. Luis Alberto Camero Rey, M.Sc.

Director Escuela de Agronomía

2011

DEDICATORIA

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

A mis padres Ricardo Herrera e Isabel Barrantes con quienes voy a estar agradecido por siempre: me han dado la oportunidad de llegar a ser la persona que soy.

A mis hermanos, Edward, Adriana y Román por todo lo que me han enseñado, por el apoyo y el afecto brindados durante todo el tiempo que hemos vivido juntos.

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

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Parménides Furcal por su tiempo y apoyo en el proyecto y formación académica.

Al Ing. Gerardo Chávez e Ing. Carlos Arce como jurados me han guiado y compartido sus conocimientos en el proyecto, además por el gran apoyo a lo largo de mi carrera universitaria

A los profesores del ITCR, Sede San Carlos que estuvieron durante esta etapa, especialmente a la Ing. Xiomara Mata por ser una gran guía y compartir sus conocimientos para mi formación académica y personal.

Finalmente, agradezco a mis compañeros Mauricio Fernández, Cesar Naranjo y Fabián Vargas, con su apoyo logré finalizar esta etapa y que siempre estuvieron dispuestos en ayudarme y brindarme su apoyo incondicional. También a Esteban Sánchez y Jonathan Masís por su apoyo para elaborar este proyecto y en general aquellas personas que han brindado su apoyo en todo momento.

RESUMEN

Se realizó un estudio en la Finca La Vega de San Carlos, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de silicio en la fertilidad de suelo, en la incidencia de plagas y enfermedades, y en el rendimiento y calidad molinera en la variedad de arroz CR 4477, entre mayo y septiembre 2010. Para esto se establecieron cinco tratamientos: silicio al suelo con plaguicidas (SSP), silicio al suelo (SS), silicio foliar con plaguicidas (SFP), silicio foliar (SF) y testigo comercial (TT), utilizando un modelo estadístico de Bloques al Azar con arreglo factorial $2 \times 2 + 1$. Como fuente de silicio se utilizaron Tecno Silix al 70% y tecno Silix® floable, 40% SiO_2 y 36% MgO ; en cuanto a los plaguicidas se utilizó el paquete establecido por la finca. El silicio al suelo se aplicó 15 días antes de siembra y el silicio foliar en dos aplicaciones a los 17 y 30 días después de siembra. Las variables de respuesta medidas en el suelo fueron acidez intercambiable, pH, sumatoria de bases y contenido de P, Si, Mn, Fe y Zn. A nivel foliar se evaluó el contenido de Fe, Mn, Si y P. Además se determinó el porcentaje de incidencia de enfermedades y plagas, así como el rendimiento productivo, los componentes de rendimiento (porcentaje de efectividad de tallos, número de granos llenos y vanos, peso de 1000 granos, longitud de panícula) y calidad molinera. Los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en las variables de acidez intercambiable, pH, y sumatoria de bases, así como el contenido de P, Si, Mn, Fe y Zn en suelo, y el contenido de P, Fe, Mn y Si en las hojas. En cuanto a incidencia de plagas y enfermedades, ninguno de los tratamientos presentó efectos estadísticos significativos. Finalmente ninguna de las variables de rendimiento, calidad molinera y componentes de rendimiento fueron influenciadas significativamente por alguno de los tratamientos.

Palabras claves: Arroz, *Oryza sativa*, variedad CR 4477, silicio, fertilidad del suelo, incidencia de plagas y enfermedades, rendimiento, calidad molinera.

ABSTRACT

A study was conducted at Finca La Vega de San Carlos, in order to evaluate the effect of silicon application on soil fertility, also incidence of pests and diseases and on yield and milling quality in rice variety CR 4477, from May to September 2010. For this five treatments were established: Silicon down to Pesticides (SSP), silicon to soil (SS), silicon foliar pesticides (SFP), foliar silicon (SF) and commercial control (TT), using a statistical model blockrandom 2x2+1 factorial arrangement. As a source of Tecno Silix silicon used 70% and tecno Silix® flowable, 40% SiO₂ and 36% MgO, in terms of the package was used pesticides established by the estate. Silicon was applied to the soil 15 days before planting and foliar silicon in two applications at 17 and 30 days after planting. The response variables were measured in the soil exchangeable acidity, pH, and sum of bases and content of P, Si, Mn, Fe and Zn. A leaf was evaluated at the content of Fe, Mn, Si and P. Also determined the incidence rate of diseases and pests as well as production efficiency, yield components (effective percentage of stems, number of filled grains and vain, 1000 grain weight, panicle length) and milling quality. The results showed no significant differences between treatments in the variables of exchangeable acidity, pH, and sum of bases, and the content of P, Si, Mn, Fe and Zn in soil, and the content of P, Fe, Mn and Si in the leaves. As for incidence of pests and diseases, none of the treatments showed statistically significant effects. Finally none of the variables of performance, milling quality and yield components were significantly influenced by any of the treatments.

Keys Words: Rice, *Oryza sativa*, variety CR 4477, silicon, soil fertility, incidence of pets and diseases, performance, milling quality.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
Lista de Cuadros	viii
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Anexos.....	xi
1. INTRODUCCION	1
1.2 Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3 Hipótesis	4
1.3.1. Hipótesis técnica	4
2. MARCO TEORICO	5
2.1. Generalidades del cultivo de arroz.....	5
2.1.1. Origen y clasificación del cultivo de arroz	5
2.1.2. Morfología del cultivo de arroz	5
2.1.3. Órganos vegetativos	6
2.1.3.1. Raíz.....	6
2.1.3.2. Tallo	6
2.1.3.3. Hojas.....	6
2.1.4. Órganos florales.....	7
2.1.4.1 Panícula	7
2.1.4.2. Espiguillas	7
2.1.4.3. Grano	7

2.1.5.	Fases de desarrollo	7
2.1.5.1.	Fase vegetativa.....	8
2.1.5.2.	Fase reproductiva	8
2.1.5.3.	Fase de maduración	8
2.2.	Generalidades del elemento silicio.....	8
2.3.	Función del silicio en el suelo.....	11
2.4.	Efecto del silicio contra los insectos y las enfermedades.....	13
2.5.	Variedad CR4477.....	15
2.5.1.	Características agronómicas	15
2.5.2.	Características morfológicas	15
2.5.3.	Resistencia a enfermedades	15
2.5.4.	Características molineras	15
3.	MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1.	Localización	16
3.2.	Material utilizado en los tratamientos	16
3.3.	Manejo del cultivo	16
3.4.	Variables de medición	17
3.4.1.	Elementos en el Suelo.....	17
3.4.2.	Elementos Foliares	17
3.4.3.	Enfermedades y plagas insectiles.....	18
3.4.4.	Porcentaje de granos manchados	18
3.4.5.	Rendimiento.....	18
3.4.6.	Análisis de componentes del rendimiento.....	18
3.4.7.	Calidad molinera	19
3.5.	Tratamientos y diseño experimental	20
3.6.	Diseño experimental.....	21

3.7. Modelo estadístico utilizado	21
4. RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1. Efecto de la aplicación de silicio en la fertilidad del suelo	22
4.2. Resultados de análisis foliar y efecto de aplicación de silicio a nivel foliar de la planta.	28
4.3. Incidencia de enfermedades y plagas insectiles en el cultivo.	31
4.4. Componentes de Rendimiento.....	36
4.4.1 Cantidad y longitud de panículas por categoría	37
4.4.2 Granos llenos y vanos	39
4.4.3 Peso de 1000 granos.....	39
4.4.4. Rendimiento.....	40
4.5. Calidad de granos en granza	41
4.6. Análisis económico	44
5. CONCLUSIONES	46
6. RECOMENDACIONES.....	47
7. BIBLIOGRAFIA.....	48
8. ANEXOS.....	54

Lista de Cuadros

Cuadro	Titulo	Página
1.	Características molineras de la variedad CR4477 en el periodo 2005/2006. Fuente Laboratorio Control Calidad CONARROZ. 2006.	15
2.	Resultados obtenidos para número de tallos efectivos, tallos totales y tallos/m ² . Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	37
3.	Producción de arroz en granza (g/6,4m ² y t/ha) para cada uno de los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	41
4.	Factores y grados de calidad para el arroz en granza tipo largo. Fuente CONARROZ. 2008.	43
5.	Estimación de costos e ingresos brutos por hectárea en la producción de arroz de los diversos tratamientos utilizados en Finca La Vega, San Carlos. 2010.	45

Lista de Figuras

Figura	Título	Página
1.	El silicio en la epidermis de las plantas. Fuente: Vladimir V. Matichenkov mencionado por Orejuela JD (2010).	14
2.	Valores de acidez y sumatoria de bases producto de análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	23
3.	Valores de pH según los resultados de análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	24
4.	Contenidos de fósforo, silicio y zinc en suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	25
5.	Valores de manganeso producto del análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	26
6.	Valores promedios de hierro según los resultados de análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	27
7.	Concentración de Fe y Mn a nivel foliar en plantas de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	29
8.	Concentración de Si a nivel foliar en plantas de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	30
9.	Concentración de P a nivel foliar en plantas de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	30
10.	Niveles de incidencia de enfermedades en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La vega, San Carlos. 2010.	32
11.	Nivel poblacional de insectos en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La vega, San Carlos. 2010.	34

12.	Análisis del porcentaje de granos dañados. CONARROZ. 2010.....	36
13.	Cantidad de plantas clasificadas en categorías de acuerdo a la longitud de panícula en los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	38
14.	Longitud de panícula de acuerdo a las categorías realizadas en los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	38
15.	Porcentaje de granos llenos y vanos de acuerdo a las categorías realizadas en los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	39
16.	Peso de granos obtenido de la clasificación de panículas de cada tratamiento. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	40
17.	Evaluación de los componentes de rendimiento según análisis de CONARROZ entre los tratamientos. 2010.....	42
18.	Evaluación de los grados de calidad según análisis de CONARROZ. 2010.	44

Lista de Anexos

Anexo	Titulo	Página
8. 1.	Manejo agronómico realizado en el cultivo de arroz var CR 4477. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	54
8. 2.	Análisis de suelos realizados por Laboratorio Agro Análisis de Costa Rica S.A. en el periodo de la investigación. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	55
8. 3.	Resultados de los análisis foliares realizados a los 89 DDS en el cultivo de arroz var CR 4477. La Vega, San Carlos. 2010.	56
8. 4.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de análisis foliar en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	57
8. 5.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de análisis foliar en los tratamientos incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	59
8. 6.	Niveles de incidencia totales de enfermedades en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	60
8. 7.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de enfermedades en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	61
8. 8.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de enfermedades en los tratamientos incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	62
8. 9.	Nivel poblacional de insectos en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	64
8. 10.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de insectos en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	65
8. 11.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de insectos en los tratamientos incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	66

8. 12.	Población de plantas en el cultivo de arroz var CR4477. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	68
8. 13.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de población de plantas en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	69
8. 14.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de población de plantas en los tratamientos incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	70
8. 15.	Cantidad y longitud de clasificación de panículas. Finca La Vega. San Carlos. 2010.....	71
8. 16.	Análisis estadísticos de cantidad y longitud de clasificación en panículas en cada categoría según en tratamiento en el cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.	72
8. 17.	Porcentaje de Granos llenos y vanos clasificados de acuerdo a las categorías y el peso de 1000 granos de acuerdo a cada categoría. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	75
8. 18.	Análisis estadísticos de porcentaje de granos llenos y vanos y su respectivo peso de cada categoría según en tratamiento en el cultivo de arroz var CR4477. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	76
8. 19.	Resultados de la producción de arroz en granza (g/6,4m ² y t/ha) para cada uno de los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	79
8. 20.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de rendimiento en cada tratamiento con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos.2010.	80
8. 21.	Resultados de los análisis estadísticos en la variable de rendimiento en cada tratamiento incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.....	80
8. 22.	Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento testigo (TT). CONARROZ. 2010	81
8. 23.	Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio al suelo (SS). CONARROZ. 2010.....	81

8. 24.	Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio al suelo con plaguicidas (SSP). CONARROZ. 2010.	82
8. 25.	Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio foliar (SF). CONARROZ. 2010.	82
8. 26.	Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio foliar con plaguicidas (SFP). CONARROZ. 2010.	83
8. 27.	Reglamento Técnico RTCR 406:2007. Arroz en Granza. Especificaciones y Métodos de Análisis para la Comercialización e Industrialización (Nº 34487). CONARROZ. 2007.	83
8. 28.	Informe de análisis del Laboratorio de Control de Calidad. Corporación Arroceras Nacional (CONARROZ). 2010.	85
8. 29.	Resultados de los análisis estadísticos para las variables del análisis de calidad molinera con la exclusión del testigo. CONARROZ. 2010.	86
8. 30.	Resultados de los análisis estadísticos para las variables del análisis de calidad molinera incluyendo el testigo. CONARROZ. 2010.	90

1. INTRODUCCION

En el país se distribuye en la actualidad fuentes de silicio formulado por empresas extranjeras e importadas desde países como Colombia y Guatemala. Al iniciarse la distribución, es de esperar que posteriormente ingresen al país otros productos a base de este elemento. Estos productos son recomendados para la mayoría de los cultivos que se siembran en el país, como por ejemplo: banano, piña, arroz, caña, hortalizas, ornamentales, raíces y tubérculos, entre otros, sin considerar las características de suelos donde se encuentran plantados.

El procedimiento de ventas debería seguir un proceso inverso, en primera instancia probar el o los producto (s) en los suelos del país y luego proceder a su distribución; sin embargo en el país se distribuyen y se recomiendan para cualquier clase de suelo sin tener certeza de la eficiencia de los mismos. Al momento de establecer este estudio, en nuestro medio no se han publicado investigaciones aplicadas ni bases convenientes que respalden los beneficios que pueden generar estas fuentes de silicio, ya sea al suelo, a los cultivos en los cuales se recomiendan, ni el costo/beneficio que el productor puede obtener. A pesar de eso, es frecuente encontrar fuentes de silicio en las bodegas de distribuidores de insumos agropecuarios. Es por esto que, algunos productores se acercan a los técnicos involucrados en el área de fertilidad y nutrición de cultivos a pedir opinión al respecto del silicio como elemento para la fertilización de cultivos y su efecto secundario en la protección fitosanitaria. En ese sentido existe poca información generada en nuestro medio, recurriendo a bibliografía producida fuera de nuestra frontera donde se encuentra que, el uso de estos productos tienen bondades cuando son utilizados mayormente en gramíneas y en suelos tropicales, principalmente cuando estos son o con tendencia ácida o con otra degradación de fertilidad química (Quero 2008, Viana 2008, Chaudhary *et al.* 2003, Hernández 2002, Fihlo *et al.* 2000), pero que además los silicatos tienen otros efectos importantes como lo es la resistencia contra enfermedades, al ataque de insectos y al “volcamiento”, de las plantas de arroz (Hernández 2002, Fihlo *et*

al. 2000). Estos estudios, dentro de las gramíneas, se han llevado a cabo a mayor escala en arroz y caña de azúcar (Chaudhary *et al.* 2003, Hernández 2002, Kornörfer *et al.* 2002, Fihlo *et al.* 2000).

Los suelos tropicales normalmente son ácidos o con tendencia a la acidez debido a la baja saturación de bases, sea por la extracción de las plantas por el uso intensivo de los suelos, la lixiviación y la escorrentía a causa de las lluvias a través del tiempo o de pH ácido y baja capacidad de intercambio catiónico, es decir, baja fertilidad. Estos suelos degradados son comunes en América Latina como lo indica Brady (1992), mencionado por Fihlo *et al.* (2000), a lo cual no escapa Costa Rica. Sin embargo, a pesar de lo anterior, en el trópico se encuentran suelos de buena fertilidad, donde la probabilidad de encontrar efectos positivos a la aplicación de silicio es baja.

Los beneficios que pueden ser alcanzados en el suelo con la presencia de silicio, es la restauración de la fertilidad de los suelos a través del tiempo, al elevar la capacidad de intercambio catiónico, mejorar el contenido de calcio, magnesio, fósforo, entre otros elementos (Quero 2008, Hernández 2002, Fihlo *et al.* 2000). Las variaciones en la concentración del silicio, también tienen efectos sobre otros procesos del suelo como en la toxicidad por hierro y manganeso en el cultivo de arroz (Hernández 2002, Fihlo *et al.* 2000), esta toxicidad se da en Costa Rica, según el manejo del agua en área bajo riego o por encharcamiento en zonas de cultivo de arroz en seco. La razón más acertada es que la presencia de silicio en las plantas, hace que de las hojas y tallos se incremente la cantidad de oxígeno que impulsan las plantas hacia la raíz llegando al parénquima, oxidando de esta manera la rizosfera, logrando que el Fe y Mn reducido (producto de agua en cultivo de arroz) se oxide, evitando una excesiva toma de estos elementos por parte de las plantas (Viana 2008).

En el caso de arroz, se ha comprobado que el silicio induce una excelente resistencia contra enfermedades como *Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Helminthosporium*, *Rynchosporium*, *Sarocladium*, etc. (Viana 2008), las cuales según la variedad y la época de siembra son muy importantes en la producción

de arroz en Costa Rica. En el país, el hongo *Sarocladium oryzae* en conjunto con las bacterias *Pseudomonas* y *Xanthomonas* y el ácaro *Steneotarsonemus spinky* forman un complejo que ocasiona alto índice de vaneo y manchado del grano (Rivera 2009).

Es probable que por estos beneficios, en Japón el 25% del área cultivada con arroz recibe anualmente aplicaciones de silicatos de calcio que puede variar de 0,5 a 1,0 t/ha, las cantidades recomendadas son de 1,5 a 2,0 t/ha (Fihlo *et al.* 2000). De igual forma en Brasil desde 1990 la siembra de arroz en zonas degradadas recibe aporte de silicatos (Fihlo 2000).

Los suelos del Cantón de San Carlos, presentan condiciones de fertilidad muy variada, esto debido, principalmente a su origen, al manejo y a la cantidad de lluvia recibida. En algunos distritos como Venecia, parte alta de Aguas Zarcas, La Palmera, Ciudad Quesada, Pocosol y la parte de Pital presentan cierta tendencia a ser ácido, mayormente por bajo contenido de bases y no siempre por saturación de aluminio alto; por el contrario los suelos de La Fortuna, San Josecito de Cutris, Santa Clara y Platanar el problema de acidez es poco marcado respecto a las anteriores localidades, por consiguiente las bases no son tan limitantes como en las otras partes. Sin embargo, es común encontrar que en todos los distritos y poblados de San Carlos, el fósforo es el elemento más limitante, igualmente que el zinc (ABOPAC 2005).

Por los problemas mundiales del desabastecimiento de granos básicos y las políticas en el país, es que en San Carlos como en otras zonas arroceras, se ha incrementado este cultivo, tanto en seco como bajo riego, sin importar las condiciones del suelo.

Por la presencia de productos silicatados a la venta por diferentes distribuidores en los últimos tres años, y no disponer de fuentes de información importantes de su comportamiento en nuestros medios, por el auge del cultivo del arroz en el país y por los beneficios ya descritos en el suelo y en cultivos que se atribuyen al uso de silicio, es que se planteó la propuesta de establecer un experimento de partida con el uso de silicio en arroz. Este experimento puede generar productos importantes como la disminución de usos de

plaguicidas con sus conocidos efectos en el ambiente, mejorar la fertilidad de los suelos arroceros de la zona y el rendimiento en el cultivo, asimismo disponer de información confiable para uso de los productores y técnicos, relacionada al comportamiento del silicio bajo las condiciones del estudio.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de silicio y las alternativas químicas, sobre la fertilidad del suelo, la incidencia de enfermedades y plagas insectiles, el rendimiento del cultivo y la calidad de granos.

1.2.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la aplicación del silicio en la fertilidad del suelo.

Evaluar el efecto de la aplicación del silicio y las alternativas químicas sobre la incidencia de enfermedades y plagas insectiles en el cultivo de arroz desde la fase reproductiva hasta la cosecha.

Valorar el efecto del uso de silicio y las alternativas químicas en el rendimiento y la calidad de granos del cultivo de arroz.

1.3 Hipótesis

1.3.1. Hipótesis técnica

La aplicación de silicio y el uso de plaguicidas influirá positivamente en al menos una de las siguientes variables: fertilidad del suelo, incidencia de enfermedades, rendimiento o en la calidad de granos.

2. MARCO TEORICO

2.1. Generalidades del cultivo de arroz

2.1.1. Origen y clasificación del cultivo de arroz

El arroz, por ser tan antiguo de cultivado, ha sido difícil establecer con exactitud la época en que el hombre inició su propagación. De acuerdo con su origen de *Oryza sativa* está al sur de la India, donde hay condiciones favorables para el cultivo y existe una gran cantidad de especies silvestres. Varios autores mencionan que *Oryza sativa* se originó en el sudeste de asiático, principalmente en la India, donde *Oryza fatua* es el antepasado directo de *Oryza sativa* encontrándose en estado silvestre (Tascón y García 1985).

La clasificación científica de acuerdo con Alfaro (2008) es la siguiente:

Reino Plantae

Division Magnoliophyta

Clase Liliopsida

Orden Poales

Familia Poaceae

Genero *Oryza*

Especie *O. sativa*

Nombre científico *Oryza sativa*

2.1.2. Morfología del cultivo de arroz

La planta de arroz (*Oryza sativa*) es una gramínea anual, conformada de tallos redondos, huecos, compuestos por nudos y entrenudos, con hojas de lámina plana unidas al tallo por una vaina y con inflorescencia tipo panícula (CIAT 1985). La altura de la planta varía desde los mutantes enanos de 0.3 a 0.4 m de alto o las variedades flotantes alcanzando más de siete metros de alto. Pero las variedades comerciales oscilan entre 1 a 2 m de altura. Respecto con las variedades de Costa Rica tienen alturas que oscilan entre 0.9 a 1.2 m de altura (Murillo y González 1982).

Murillo y González (1982) mencionan que la planta de arroz está adaptada en crecer en suelos inundados y a la vez en suelos de seco. Además las partes de la planta pueden dividirse en dos partes:

1. Órganos vegetativos, comprende raíces, tallos y hojas.
2. Órganos florales, comprende los vástagos que constan de panícula y espiguillas.

2.1.3. Órganos vegetativos

2.1.3.1. Raíz

Las raíces son fibrosas y consisten en radículas y vellos radicales. Las raíces embrionarias presentan pocas ramificaciones y tienen poca duración, después de la germinación y son reemplazadas por las raíces adventicias secundarias que crecen libremente y se producen a partir de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes (Universidad de Filipinas 1975).

2.1.3.2. Tallo

Según Topolanski (1975), el tallo es erecto, cilíndrico y hueco y está constituido por una serie de nudos y entrenudos característicos de las gramíneas. Los entrenudos son más cortos en la base del tallo y se alargan hacia el extremo superior.

Los retoños se desarrollan a partir del tallo principal en orden alterno; los primarios se desarrollan de los nudos más bajos y producen tallos secundarios que a su vez producen los tallos terciarios (Murillo y González 1982).

2.1.3.3. Hojas

Las hojas están dispuestas en ángulo con el tallo en dos hileras, una en cada nudo y se puede distinguir de otros pastos por la presencia tanto de aurícula como de lígula, caracterizándose la aurícula como apéndices situados a cada lado de la base de la lámina que tienen forma de hoz y la lígula es la estructura triangular de textura membranosa que difiere de tamaño, color y forma según las variedades del arroz (CIAT 2005). También presenta la hoja bandera la cual es la última hoja de la planta de arroz que acompaña a la panícula (Vergara 1990).

La formación de las hojas se genera de una en una y salen del tallo principal y cada una se produce en cada siete días y se encuentran dispuestas en forma alterna (Vergara 1990).

2.1.4. Órganos florales

2.1.4.1 Panícula

Las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia compuesta, está situada sobre el nudo apical del tallo, llamado nudo ciliar y su forma es de arco ciliado (CIAT 1985).

De acuerdo con Murillo y González (1982), la panícula inicia a partir del nudo superior y está compuesta de espiguillas. De las ramas primarias se desarrollan las secundarias y de estas se forman las terciarias. Además depende de la variedad la longitud e igualmente varía la forma y ángulo de colocación de las ramas primarias, peso y densidad de la panícula (número de espiguillas por unidad de longitud).

2.1.4.2. Espiguillas

Es la unidad de la inflorescencia y está unida a las ramificaciones por el pedicelo. Una espiguilla consta de la raquilla y está formada por dos glumas externas (lemas estériles), la lema y la palea (CIAT 1985).

2.1.4.3. Grano

El grano del arroz en el órgano maduro, en el cual la lemma, pálea, raquilla, lemmas estériles y la arista, cuando está presente, están firmemente unidas a él. El grano descascarado de arroz (cariópside) con un pericarpio pardusco se conoce como arroz de café; el grano de arroz sin cascara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo (De Datta 1986).

2.1.5. Fases de desarrollo

CIAT (1985), cita que el crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. Este crecimiento muestra un patrón común en

el tiempo, que puede variar ligeramente dependiendo de características genéticas de la planta o la influencia del ambiente.

La planta de arroz tiene tres fases de crecimiento claramente definidas, las cuales son: fase vegetativa, fase reproductiva y fase de maduración (Murillo y González 1982).

2.1.5.1. Fase vegetativa

Esta fase comprende desde la germinación de la semilla hasta el inicio de la diferenciación de la panícula (Murillo y González 1982).

2.1.5.2. Fase reproductiva

Esta fase comprende el periodo de inicio de la formación de la panoja y la floración. La formación de la panoja puede iniciar antes de alcanzar su máximo macollamiento, en el momento de mayor actividad de producción de hijos o después de él (Murillo y González 1982).

2.1.5.3. Fase de maduración

La fase de maduración comprende el periodo entre la floración y la maduración completa del grano. Esta fase dura entre 25 a 30 según la variedad. El grano de arroz que se desarrolla después de la fecundación es un proceso continuo que pasa por diferentes etapas bien diferenciadas antes de la maduración completa (Murillo y González 1982).

2.2. Generalidades del elemento silicio

El silicio (Si), base de mayoría de las arcillas, es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, sin embargo gran parte es inerte e insoluble como el cuarzo ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) y en arena. Pero en la corteza terrestre se encuentran formas biogeoquímicas activas de silicio como las derivadas del ácido silícico; ortosilícico, H_4SiO_4 y metasilícico, H_2SiO_3 (Quero 2008), formas que pueden ser absorbidas y asimiladas por las plantas desde la solución de suelos (Fertilizantes de Centroamérica 2008). Según Wild (1992), el silicio se absorbe como $\text{Si}(\text{OH})_4$ y el 4 a 7% de la materia seca aérea en arroz es silicio, mientras que en otras gramíneas es de 1 a 2%.

Adicionalmente, con la acción de factores climáticos y de suelos, como: temperatura, lluvia y el CO_2 disuelto en el agua en la forma de ácido carbónico ($\text{H}_2\text{CO}_3/\text{CO}_2$) (Viana 2008, Quero 2008) que actúan sobre los minerales arcillosos y liberan elementos minerales, formándose silicatos de calcio, magnesio, potasio, zinc, hierro, incrementando grandemente la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y el pH del suelo se torna básico. En estas condiciones de pH y capacidad de intercambio catiónico los suelos son altamente productivos. En estos suelos se encuentran de 100 a 200 mg/kg de estas formas de silicio soluble (Quero 2008).

El contenido de silicio y aluminio se relacionan con el pH de la solución del suelo. A medida que el pH del suelo se eleva, es decir pasa de ácido a alcalino, el contenido de silicio se incrementa a una relación de 79,05 t/ha de silicio elemental. Cantidad que es removido por requerimientos del cultivo y la erosión hídrica causada por la lluvia. Al ser removido el silicio, el aluminio se incrementa en el suelo, ocasionando problemas de acidez y posible toxicidad a las raíces de los cultivos (Quero 2008).

Las variaciones en la concentración del silicio, también tienen efectos sobre diferentes procesos del suelo, el desarrollo de microorganismos y el crecimiento de plantas. Se ha observado que los silicatos disminuyen la toxicidad por hierro y manganeso en el cultivo de arroz (Hernández 2002, Fihlo *et al.* 2000). Según Topolanski (1975) el arroz necesita disponer de silicio que se encuentra mayormente en la epidermis del tallo, las hojas y las glumas, este elemento previamente ha sido absorbido del suelo, si faltara el silicio asimilable se reduce la absorción y movilización de nitrógeno, fósforo y potasio.

Grandes cantidades de silicio son absorbidas por los cultivos, dentro de estos los que extraen silicio con mayor intensidad son las gramíneas, que tienen además una alta eficiencia fotosintética. La caña de azúcar, puede producir más de 180 t/ha de caña en suelos con pH mayor a 7,5 y un contenido de silicio en el suelo mayor al 22%. Mientras que en condiciones de suelo ácido con pH de menor a 6,0 y un contenido de silicio de 16%, la producción es de 60 a 80 t/ha. Como ejemplo de extracciones tenemos: caña de azúcar (300-700

kg/ha de Si), arroz (150-300 kg/ha de Si), asimismo según Chaudhary *et al.* (2003) una buena producción de arroz extrae del suelo entre 467 y 560 kg/ha de Si, ocurriendo una alta producción y acumulación de SiO₂ en la epidermis de las hojas. Tales valores de silicio absorbidos no pueden ser completamente explicados por la absorción pasiva (tal como la difusión o flujo de masa) porque en la capa del suelo de 20 cm, en promedio se encuentran a penas de 0,1 a 1,6 kg/ha de H₄SiO₄. Algunos resultados han mostrado que las raíces de arroz poseen la capacidad específica de concentrar Si en la solución externa (Quero 2008).

Hernández (2002) menciona que, además de las gramíneas (Quero 2008), el silicio es esencial para cultivos como el tomate, el pepino, como ejemplo de la presencia biológica del silicio, además, se puede mencionar que este se encuentra presente en semillas de pistacho, avena, cebada y frijol en concentraciones de 1,4; 4,25; 2;42 y 1,20 g por kg, respectivamente. En hojas se encuentran concentraciones de 0,5 a 30 g por kg (Quero 2008) y en el cultivo de chile la producción y calidad de cosecha se incrementan con la aplicación de fertilizantes, aguas de riego y compost ricos en silicio.

El silicio juega un papel importante en la planta, este elemento controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales, incrementa la resistencia de la planta al estrés abiótico (temperatura, viento, alta concentración de sales y metales pesados, hidrocarburos, aluminio, etc.) y biótico (insectos, hongos, enfermedades) (Quero. 2007, 2008; Viana 2008, Chaudhary 2003, Hernández 2002). Según Hernández (2002) en las gramíneas se deposita en la pared celular de la epidermis, pelos, brácteas, etc. También se deposita en el interior, como sucede en el xilema (Fihlo *et al.* 2000). El silicio es depositado como sílice hidratada amorfa (SiO₂ nH₂O), primeramente en el retículo endoplasmático, pared celular y en los espacios intercelulares (Wild 1992). Intracelularmente, se acumula también en células epidérmicas especializadas llamadas células silíceas.

En Japón, el nivel crítico del silicio disponible esta alrededor de 10 mg de SiO₂ por 100g de suelo. En ese sentido, cuando los valores están por debajo de este nivel, las plantas de arroz responden a la aplicación del silicio (Hernández 2002).

Las plantas deficientes en silicio son quebradizas y susceptibles de infecciones fúngicas. La presencia de silicio, en contenido adecuado, aumenta el rendimiento del cultivo de arroz y la resistencia al ataque de hongos (Hernández; Fihlo *et al.* 2000).

2.3. Función del silicio en el suelo

El tratamiento del suelo con productos a base de silicio químicamente activo restaura la degradación y optimiza la fertilidad del suelo, a través de mejorar sus propiedades físicas y químicas, al mantener los nutrientes en forma disponible para la planta y mejorar la capacidad de intercambio catiónico, sobre todo en pH mayor a 7,0 (Quero 2008).

Para lograr cantidad importante de silicio asimilable por las plantas, debe aplicarse al suelo productos que al reaccionar con el agua forme Ácido Monosílico (Ácido Silícico) que es débilmente adherido en el suelo. Éste a pesar de tener poca migración en el suelo (Fertilizante de Centroamérica 2008), tiene el inconveniente que puede perderse por lixiviación (Viana 2008). El anión silicato al tener afinidad con el anión fosfato, al aumentar la concentración de Ácido Monosílico en la solución del suelo produce transformaciones que hacen que fosfatos no aprovechables por las plantas, se conviertan en fosfatos aprovechables (Fertilizante de Centroamérica 2008). Una vez formado el Ácido Silícico, este reacciona con los fosfatos insolubles de hierro, manganeso, aluminio y calcio formando silicatos de cada uno de estos elementos, productos que son insolubles, por consiguiente, no pueden ser absorbidos por las plantas, liberando el ion ortofosfato primario (forma de fósforo que absorben las plantas) para que entre a la solución del suelo (Viana 2008). Según Quero (2008), la reacción química que al aplicar silicio solubiliza

al fósforo, especialmente con el hierro, sería la siguiente: $2\text{FePO}_4 + \text{H}_4\text{SiO}_4 = \text{Fe}_2\text{SiO}_4 + 2\text{H}_2\text{PO}_4^-$.

La recuperación del fósforo insoluble en compuestos de hierro, aluminio, calcio entre otros, es de gran importancia, debido que este elemento presente en el suelo o aplicado a través de la fertilización con productos orgánicos o inorgánicos pueden ser fijados en mayor o menor cantidad dependiendo del pH. Al ser recuperados se aumenta la eficiencia y como consecuencia la disminución en los costos de producción del productor.

En un estudio realizado por Kornörfer *et al.* (2002) con niveles de agua y dosis de 0, 200, 400 y 600 kg/ha de silicato de calcio en dos suelos meteorizados de Brasil, se obtuvo que los contenidos de Si en los suelos fueron mayores conforme la dosis de silicato. Además la cantidad de Si absorbido por las plantas fue proporcional al extraído del suelo y promovió el rendimiento de granos y la tolerancia a la falta de agua.

El arroz puede responder al uso del silicio dependiendo de su contenido en el suelo. Desde la década de los 50`s los japoneses han estudiado el silicio en relación al suelo, en las plantas y con fertilización del arroz con este elemento. De esa manera, con estos datos y otros obtenidos en Corea y Taiwán, se ha observado que el contenido crítico de silicio en los residuos de cosecha de arroz fue de 6,15 en Japón y Corea y de 5,1% en Taiwán. Asimismo en regiones tropicales de la India y Sri Lanka, las variedades parecen responder a las aplicaciones de silicio cuando el tenor de la paja es menor de 3,7%.

En Japón el 25% del área cultivada con arroz recibe anualmente aplicaciones de silicatos de calcio que puede variar de 0,5 a 1,0 t, las cantidades recomendadas son de 1,5 a 2,0 t/ha (Fihlo *et al.* 2000). En el sentido de utilizar la estrategia de control de enfermedades y de corrección de suelos a través de uso de silicatos, se debe, a corto plazo, proceder a una evaluación de las fuentes y su efecto potencial en el uso en la agricultura.

2.4. Efecto del silicio contra los insectos y las enfermedades

Los beneficios de la mayor concentración de silicio (natural o al suministro a través de los procesos de fertilización) en el suelo son vistos en la nutrición y producción desde diferentes ámbitos, destacando los siguientes en el sistema Suelo-Planta: refuerza en la planta su capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción de cosecha (Quero 2008), tiene acción sinérgica con el Calcio, el Magnesio y el Potasio, mejorando la vida media de las cosechas percederas (Viana 2008), autoprotección contra enfermedades causadas por hongos y bacterias, resistencia al ataque de insectos y ácaros y a las condiciones desfavorables de clima, puede estimular el desarrollo y actividad de estructuras poliméricas en la cutícula (Chaudhary *et al.* 2003, Quero 2008). Según Viana (2008 a) las estructuras tricomas, cuando se aplican productos a base de silicio logran acumular una gran cantidad de ese elemento, esto las torna rígidas impidiendo que los insectos puedan introducir su aparato bucal y su estilete reproductivo, por lo que emigran buscando plantas más propicias para alimentarse y ovopositar, lográndose por lo tanto una “Resistencia Mecánica” al ataque de insectos (Fihlo *et al.* 2000, Hernández 2002, Chaudhary 2003, Viana 2008 a). De igual modo, Fihlo *et al.* (2000), indican que el mecanismo de resistencia a enfermedades ha sido atribuido al silicio como constituyente de la pared celular, tornándola menos accesible a enzimas de degradación. El Si absorbido es depositado en la pared celular, debajo de la cutícula aumentando la rigidez de las células y pudiendo elevar el contenido de hemicelulosa y lignina de la pared celular, además de eso, algunos autores indican que el Si tiene protección sistémica contra hongos (Figura 1).

Según Viana (2008), el Dióxido de Silicio (SiO_2) que se acumula bajo la cutícula de las hojas, tallos y raíces en forma de cristales de silicio, es posible que proviene del proceso de la transpiración de las plantas, esa agua producto del proceso mencionado puede provenir del Ácido Silícico (H_4SiO_4), según la reacción $n(\text{Si}(\text{OH})_4) \rightarrow n(\text{SiO}_2) + 2n(\text{H}_2\text{O})$ (Fertilizante de Centroamérica 2008), formándose el SiO_2 , el cual produce resistencia a la entrada de las hifas de los hongos y a los aparatos bucales de los insectos, minimizando el ataque de los

chupadores y de los masticadores en sus primeros instares, dificultando de esta manera los daños en general. Datnoff *et al.* 1990, 1991, Osuma-Canizales *et al.* 1991; Kornörfer *et al.* 1999a, mencionado por Fihlo *et al.* 2000) indican que la incidencia de las enfermedades es menor cuando el tenor de Si en el tejido vegetal es mayor. En el caso específico del arroz, se ha comprobado que el Silicio presenta una excelente resistencia contra enfermedades como *Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Helminthosporium*, *Sarocladium*, etc. (Viana, 2008), todas importantes en la producción de arroz en Costa Rica, según la variedad y época de siembra, en ese sentido *Sarocladium* ha sido una de las enfermedades más discutidas en los últimos años y que las esporas de esta son transportados por *S. Spinky* causando la pudrición de la vaina y manchado del grano, la cual constituye un complejo de enfermedades y reportada en Costa Rica en mayo del 2004, desde entonces los esfuerzos se han enfocado a revisar la información científica y en capacitación con el objetivo de desarrollar investigaciones básicas y aplicadas que permiten el manejo del complejo ácaro-hongo (Almaguel y Botta 2005).

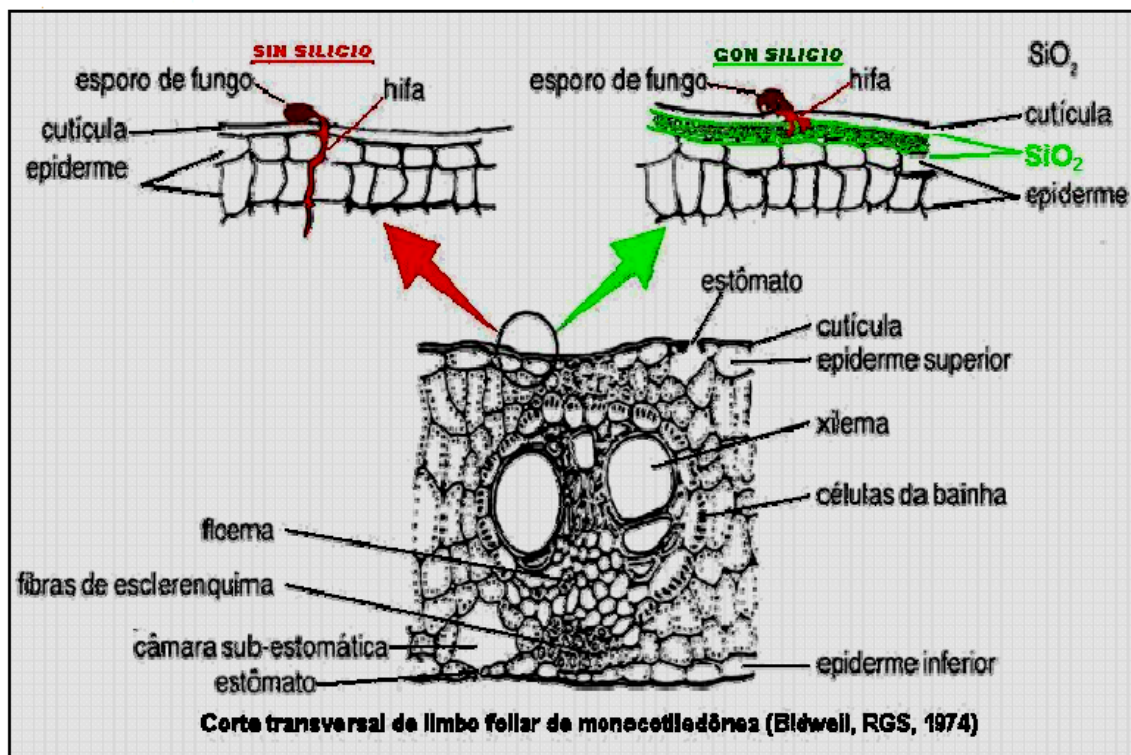


Figura 1. El silicio en la epidermis de las plantas. Fuente: Vladimir V. Matichenkov mencionado por Orejuela JD (2010).

2.5. Variedad CR4477

2.5.1. Características agronómicas

La variedad CR4477 tiene la cualidad de presentar buena adaptación en seco y muy buena bajo riego, además tiene buena respuesta al nitrógeno (Oficina Nacional de Semillas 2003).

2.5.2. Características morfológicas

La altura de la planta de la variedad CR4477 en promedio es de 93 cm, la floración es a los 84 días y los días de cosecha es a los 115, respecto a su macollamiento es intermedio y su acame es resistente (Oficina Nacional de Semillas 2003).

2.5.3. Resistencia a enfermedades

La variedad CR 4477 es tolerante a *Helminthosporium* y hoja blanca y muy tolerante a *Pyricularia*, además presenta susceptibilidad a *Rhizoctonia*, *Pseudomonas* y *Sarocladium* (Oficina Nacional de Semillas 2003)

2.5.4. Características molineras

Las principales características molineras que presenta la variedad CR4477, analizadas en el periodo 2005-2006 por el laboratorio Control Calidad CONARROZ, se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características molineras de la variedad CR4477 en el periodo 2005/2006. Fuente Laboratorio Control Calidad CONARROZ. 2006.

Impureza (%)	9.4
Humedad (%)	20.0
Rendimiento de pilada (%)	70.0
Quebrado grueso (%)	23.2
Puntilla (%)	4.4
Quebrado (%)	27.7
Rendimiento entero	50.7
Rendimiento arroz comercial	66.9
Rendimiento de semolina (8%)	9.9
Yesoso (%)	1.69

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El estudio se realizó en un lote en finca La Vega, localizada en Florencia de San Carlos, Alajuela, propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica, a inicios de mayo del 2010 la cual se encuentra a una altura de 75 msnm, precipitación media anual de 3.450 mm con un valor mínimo de 100 mm que se registra en el mes de marzo y la máxima precipitación corresponde a 480 mm que puede producirse en el mes de noviembre. La temperatura media anual es de 26,5°C, con variaciones no mayor a 5°C.

Durante el periodo de investigación la precipitación de mayo a octubre fue de 2.104 mm y la temperatura promedio fue de 30,5°C, con un valor mínimo de 29,7 en el mes de octubre y la máxima de 31°C en el mes de mayo.

3.2. Material utilizado en los tratamientos

En las parcelas que llevaron silicio al suelo se aplicó silicio 15 días antes de la siembra a una dosis de 100 kg/ha de óxido de silicio como tratamiento, el Tecno Silix® utilizado contiene 70% de SiO₂ p/p. También se utilizó silicio foliar a una dosis de 4 l/ha (dosis recomendada por los representantes de la casa comercial) a los 17 días y al mes después de la siembra, utilizando el producto comercial Tecno Silix® floable, que contiene 40% de SiO₂ y 36% de MgO.

3.3. Manejo del cultivo

La variedad utilizada fue la CR 4477 a una densidad de 128 kg de semilla por hectárea, sembrada en hilera con sembradora. Esta es una variedad que se siembra en la zona. El inicio del primordio floral de este material es a partir de los 51 días después de la germinación (DDS), la floración se inicia a los 80 DDS y la cosecha se realiza a partir de los 115 DDS, en el periodo intermedio de estas dos últimas fases, existe la de maduración de granos. El manejo en cuanto a control de malezas, plagas insectiles y enfermedades fue el mismo que usó la finca a nivel comercial, con la diferencia que hubo parcelas que no llevaron tratamientos con agroquímicos contra plagas y enfermedades. En general, el manejo del experimento fue similar al de

la finca, con algunas excepciones para la prevención de deficiencias nutricionales y presión de malezas, el manejo agronómico específico del experimento se observa en el Anexo 8.1.

Para la preparación del suelo se hicieron tres pases de rastra, luego de la siembra que se realizó el 14 de mayo, tres días después se aplicó herbicidas (Anexo 8.1).

3.4. Variables de medición

3.4.1. Elementos en el Suelo

Respecto al análisis de suelo, se realizó análisis químico completo y silicio en el suelo previo a la siembra y posterior a la cosecha en todas las unidades experimentales en el Laboratorio químico Agro Análisis de Costa Rica S.A.

Se utilizó el método Olsen modificado para el fósforo y elementos menores y KCl 1N para calcio, magnesio y acidez, esto con el objetivo de conocer posibles cambios en las propiedades químicas como acidez, saturación de bases, contenido de los elementos nutritivos (P, Fe, Mn, Zn), que influyen en los cambios de la fertilidad de los suelos. La saturación de bases hace referencia al contenido de Ca, Mg, K y Na respecto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC). En este caso no se usó la CIC analizada globalmente, en su lugar se manejó la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) que incluye la sumatoria de Ca, Mg, K y Al, analizados en forma independientes, el Na (sodio) no fue considerado por el bajo contenido en la zona donde se ubica la finca.

3.4.2. Elementos Foliare

La toma de las muestras se realizó a los 89 DDS en todas las unidades experimentales, la hoja muestreada fue la tercera más joven abierta.

Los análisis foliares se realizaron en el Laboratorio químico Agro Análisis de Costa Rica, tomando en consideración los elementos Fe, Mn, Si y P.

3.4.3. Enfermedades y plagas insectiles

Para el área de muestreo de la incidencia de enfermedades y plagas insectiles se utilizó una cuadrícula de 0,25 m² (50 cm x 50cm), durante la fase crítica del cultivo (fase reproductiva y maduración del grano) colocando al azar en la unidad experimental.

Las evaluaciones se realizaron cada dos semanas a partir de los 55 hasta los 95 DDS, es decir a los 55, 67, 81 y 95 DDS, no se realizó la de los 115 DDS debido que el arroz estaba en maduración avanzada. La evaluación se realizó contando el total de plantas y posteriormente se contaba las plantas que presentaban síntomas, además la cantidad de larvas y pupas presentes en la cuadrícula.

$$\text{Porcentaje de Incidencia} = \left(\frac{\text{\# plantas enfermas}}{\text{Total de plantas}} \right) * 100$$

3.4.4. Porcentaje de granos manchados

Durante la cosecha realizada para la medición del rendimiento, se tomaron muestras que fueron enviadas al laboratorio de CONARROZ, donde se analizó la calidad molinera para reforzar el objetivo sobre la incidencia de enfermedades y plagas insectiles en los tratamientos.

A través de los resultados de calidad molinera, se determinó el porcentaje de granos manchados encada unidad experimental.

3.4.5. Rendimiento

La evaluación del rendimiento se realizó cosechando las plantas en un área de 3,2 m² (seis hileras de ancho con cuatro metros de largo) repetida dos veces en cada área útil, es decir que se cosecharon 6,4 m² por repetición.

3.4.6. Análisis de componentes del rendimiento

Se realizó un muestreo a partir de una cuadrícula de 0.25cm² en dos puntos al azar por unidad experimental, para evaluar los componentes de

rendimiento. Se separaron categorías de acuerdo con la longitud de la panícula y se realizó el conteo de granos llenos, vanos y su peso.

Para los componentes de rendimiento se consideraron todas las plantas del muestreo antes mencionado, evaluando: porcentaje de efectividad de tallos, número de granos llenos, número de granos vanos, peso de 1000 granos, rendimiento de parcela en t/ha y longitud de panícula. Respecto a las panículas se le calculó la longitud y se ordenaron en categorías por su tamaño y se estableció el aporte de cada una de ellas al rendimiento en términos porcentuales.

Para analizar el porcentaje de efectividad de tallos, se contabilizaron las plantas con espiga y sin espiga del área muestreada.

La longitud de panícula se midió en centímetros en cada una de las plantas presentes en el muestreo de 0,5m², tomando desde el nudo ciliar hasta el ápice de la misma y se clasificó en las categorías.

Categoría 1: menor a 20cm

Categoría 2: entre 20 a 25 cm

Categoría 3: mayores a 25cm

De las panículas analizadas anteriormente, se contó manualmente de cinco panículas en cada categoría, la cantidad de granos llenos, vanos y totales por panícula.

Respecto al peso de 1000 granos se contaron manualmente de cada categoría y se pesaron en una balanza analítica.

3.4.7. Calidad molinera

Del arroz cosechado en el área útil, se envió muestras al laboratorio de CONARROZ, para determinar las diferentes variables establecidas por la corporación, tales como impureza, humedad, rendimiento de pilada, rendimientos de grano entero, rendimiento de grano quebrado grueso, rendimiento de puntilla, rendimiento de semolina, porcentaje de grano yesoso,

porcentaje de grano rojo, porcentaje de grano dañado, porcentaje de grano manchado, semillas objetables, granos dañados por calor y grados de calidad.

3.5. Tratamientos y diseño experimental

El estudio se realizó con cinco tratamientos

1. Cultivo de arroz sin silicio y con tratamiento para el control de enfermedades y plagas (tratamiento testigo = TT). Es el manejo aplicado en los lotes comerciales del ITCR.
2. Cultivo de arroz con silicio aplicado al suelo y con tratamiento para el control de enfermedades y plagas (Tratamiento silicio al suelo con plaguicidas= SSP)
3. Cultivo de arroz con silicio aplicado al suelo y sin tratamiento para el control de enfermedades y plagas (tratamiento silicio al suelo = SS)
4. Cultivo de arroz con silicio aplicado al follaje y con tratamiento para el control de enfermedades y plagas (tratamiento silicio foliar con plaguicidas = SFP)
5. Cultivo de arroz con silicio aplicado al follaje y sin tratamiento para el control de enfermedades y plagas (tratamiento silicio foliar = SF)

Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones con un área de 300 m² cada una, para un total de 1.200 m² por tratamiento, por lo tanto el experimento contó con 6.000 m² más 286,5 m² de bordes, para un total de 6.286,5 m². Las unidades experimentales se separaron por 0,5 m y dentro de cada una de estas se escogió puntos de muestreo, principalmente en el centro de la unidad experimental, donde se realizaron las evaluaciones. Cada bloque fue separado por 0,5 m el hecho de considerar una área relativamente grande y con espacio entre bloques y unidades experimentales fue con el propósito de manejar mejor las maquinarias y evitar efecto de traslape o deriva con las aplicaciones hacia el área útil.

3.6. *Diseño experimental*

El ensayo se realizó en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones con arreglo factorial aumentado $2 \times 2 + 1$, donde los factores son silicio al suelo o foliar y aplicación o no del control de plagas y enfermedades más un adicional sin aplicación de silicio pero con aplicación de control de plagas y enfermedades.

Para la investigación se utilizó el programa InfoStat versión 2008 y las variables que se contemplaron para la evaluación de los tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza. Posteriormente a este análisis en el elemento manganeso por presentar diferencias significativas, se realizó una prueba de medias. Además la variable incidencia de plagas y enfermedades se realizó pruebas no paramétricas utilizando Friedman. Además se analizaron descriptivamente en forma numérica y gráfica utilizando Excel.

3.7. *Modelo estadístico utilizado*

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + A_i + P_j + (A P)_{ij} + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable dependiente (observación)

μ = Media general

B_k = Efecto del bloque

A_i = Efecto de la aplicación de silicio

P_j = Efecto de aplicación o no del control de plagas y enfermedades

$(A \times P)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre los factores A_i y P_j

e_{ij} = Error Experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Efecto de la aplicación de silicio en la fertilidad del suelo

En las Figuras 2, 3,4, 5 y 6, se observa la comparación de los resultados obtenidos a partir del análisis de suelo inicial que se realizó en el mes de abril con los realizados en octubre después de la cosecha. Los resultados obtenidos fueron similares, por lo que no se presentó un efecto del silicio en las variables de pH, acidez intercambiable, sumatoria de bases, fósforo, silicio, zinc, manganeso y hierro. Los resultados de estos análisis se presentan en el Anexo 8.2.

Los resultados obtenidos de acidez intercambiable (Figura 2) tiene valores similares dentro de un rango que se encuentra 1,20 a 1,70 cmol (+)/L correspondiendo al testigo previo a la siembra y al tratamiento SSP respectivamente. Henríquez y Cabalceta (1999) indican que el nivel crítico de acidez intercambiable para los suelos de Costa Rica es de 0,5 cmol (+)/L, por lo que los valores obtenidos en la investigación son mayores a estos niveles. En el caso de la sumatoria de bases (Figura 2), el rango de suficiencia es de 5,0 a 25 (Bretsch 1987), los resultados obtenidos en los análisis realizados se encuentran dentro de los valores 19,2 y 21,90 próximos al nivel máximo de este rango.

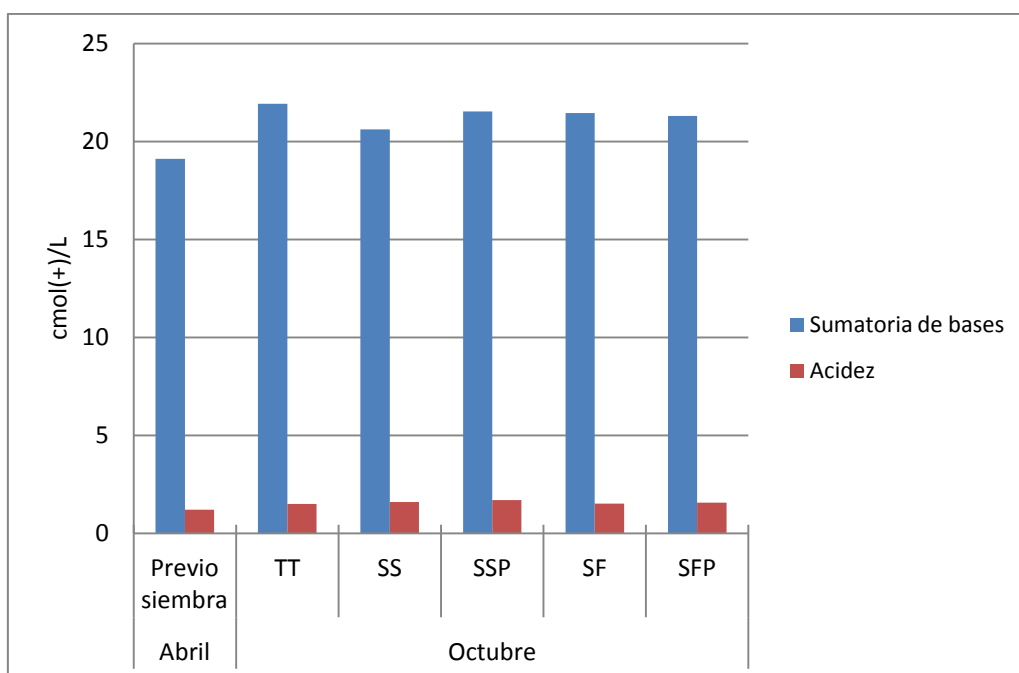


Figura 2. Valores de acidez y sumatoria de bases producto de análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

En la Figura 3, el pH presenta un rango de valores que se encuentra entre 4,90 y 4,58 perteneciendo al testigo previo a la siembra y al tratamiento SSP respectivamente, mismos que prácticamente son similares, dado que el pH dentro el intervalo (4,5 a 5,0) indicado por Porta *et al.* (1994), es un suelo muy fuertemente ácido, presentando posible toxicidad por Al^{3+} , además estos valores se encuentran por debajo del rango de solubilidad adecuada de la mayoría de los nutrientes (5,5 a 6,5) mencionado por Bertsch (1987).

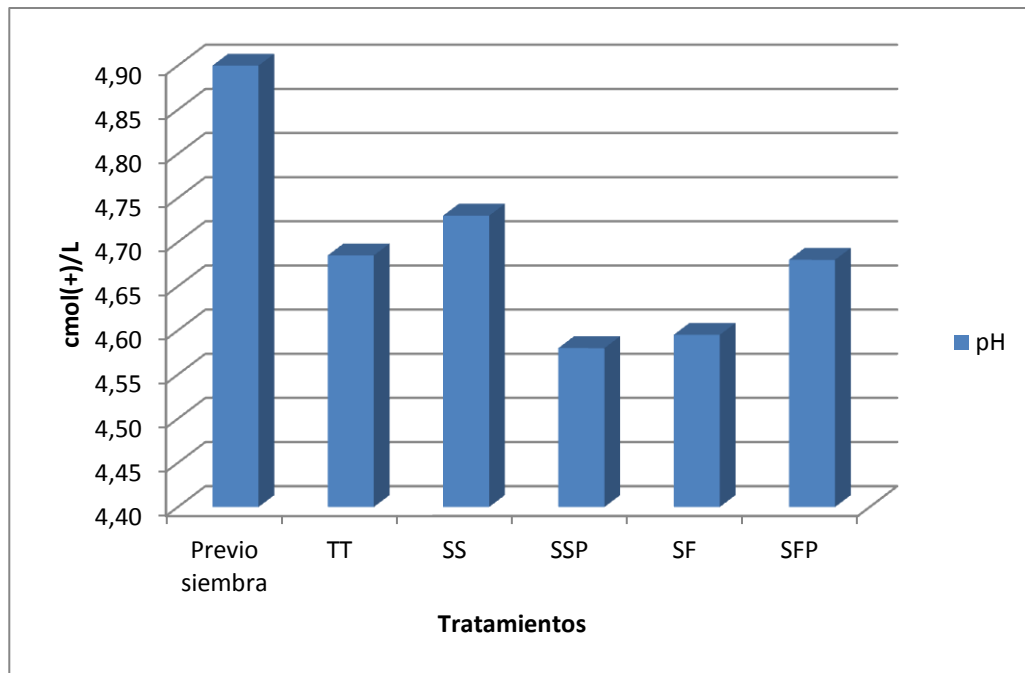


Figura 3. Valores de pH según los resultados de análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Los valores de pH, acidez intercambiable y sumatoria de bases son similares antes y después de la aplicación de silicio, era de esperar lo contrario, es decir pH más alto, acidez más baja y sumatoria de bases más alta después de ser aplicado con silicio, por lo que estos resultados contradicen los expuestos por Quero (2008), Viana (2008) y Aguirre citado por Orejuela (2010), con la acción de factores abióticos y de suelos, disueltos en el agua, actúan sobre los materiales arcillosos del suelo liberando ácido silícico formando silicatos de calcio, magnesio, potasio, zinc, hierro, incrementando fuertemente la capacidad de intercambio catiónico del suelo, contribuyendo esto a que el pH se torne básico, dando las condiciones para que el suelo sea altamente productivo.

Los resultados químicos de zinc no fueron consistentes en cada una de las repeticiones, debido que el tratamiento SS se obtuvo un valor promedio de 15,95 mg/L; por otro lado el tratamiento SSP presentó valores de 92 mg/L y 99,9 mg/L (Anexo 8.2), muy diferentes a los anteriores, por lo cual, no se puede considerar que en este último existiera un efecto del silicio en el suelo al relacionarlo con el tratamiento SS, dado que el plaguicida no tiene influencia

alguna. Igualmente sucede con los resultados del análisis del elemento silicio, los valores no son consistentes en las repeticiones, dado que en el tratamiento silicio foliar con plaguicidas (SFP) se obtuvo un valor promedio de 60,10 mg/L y el tratamiento silicio foliar (SF) su promedio fue 41,67 mg/L, por lo cual, se considera que no hay un efecto del silicio aplicado tanto al suelo como foliar. En el caso del fósforo, los datos son variables como es el caso del tratamiento SFP el cual presenta el valor de 23,28 mg/L y el tratamiento SF presenta un valor promedio de 29,82 mg/L (Figura 4).

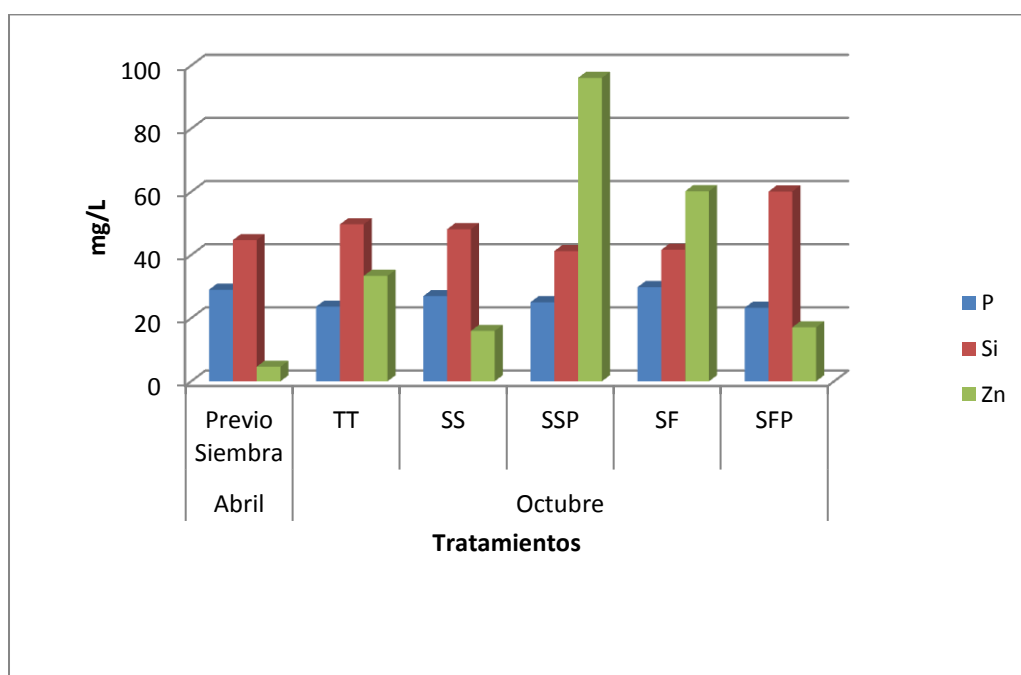


Figura 4. Contenidos de fósforo, silicio y zinc en suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

A pesar que el manganeso en el análisis químico de suelo inicial presentó 145 mg/L, posterior a la aplicación de silicio, el contenido de este elemento disminuye, manteniéndose entre 28,75 y 38,69 con los tratamientos testigo (TT) y silicio foliar (SF) respectivamente (Figura 5), por consiguiente, estos resultados no pueden considerarse producto de los tratamientos, puesto que el testigo (TT) se comportó igual que los tratados. Bertsch (1987) indica que el rango de suficiencia para manganeso en los suelos de Costa Rica, se encuentra entre 5 y 50 mg/L, por lo que los resultados obtenidos en los

diferentes tratamientos, se encuentran dentro de ese rango, reduciéndose la posibilidad de existir problemas de manganeso para la planta.

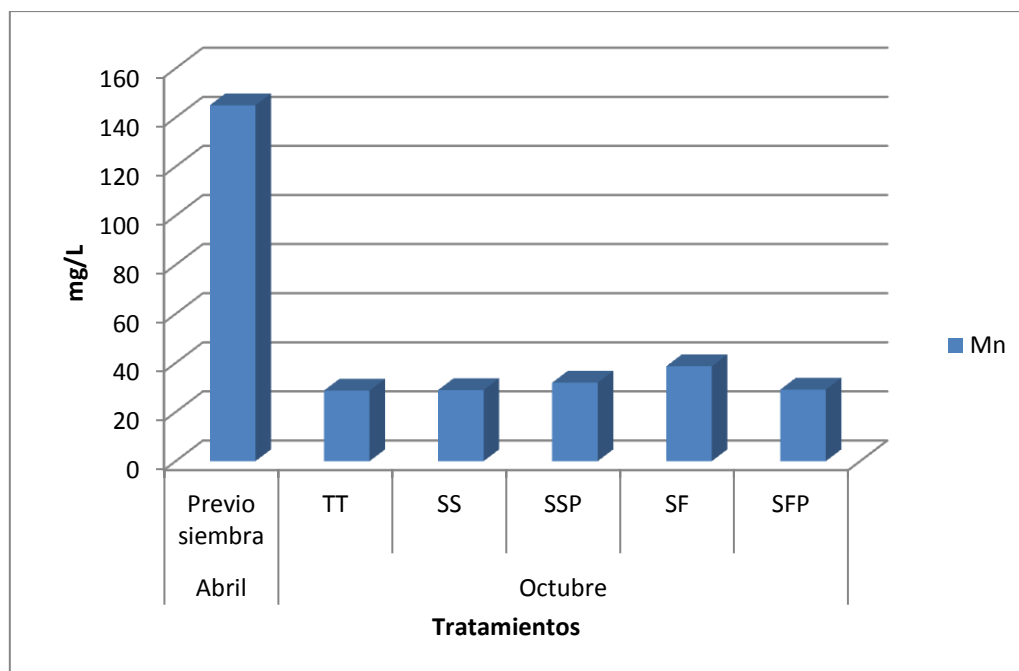


Figura 5. Valores de manganeso producto del análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Para el hierro, los valores del análisis de suelo se encuentran por encima del valor superior del rango considerado óptimo para este elemento (10 a 300 mg/L) (Bertsch 1987). En el análisis previo a la siembra, el valor obtenido fue de 564 mg/L y después de la cosecha su valor fue de 510 mg/L en el testigo (TT) (Figura 6). Respecto a los tratamientos, se comportaron similares, como es el caso del tratamiento de silicio al suelo (SS) y el tratamiento silicio al suelo con plaguicidas (SSP), se obtuvo valores de 479,5 mg/L y 505,5 mg/L respectivamente, pero en el caso del tratamiento silicio foliar (SF) fue de mayor valor, correspondiendo 605,5 mg/L, mientras que el tratamiento silicio foliar con plaguicidas (SFP) su valor correspondió a 470 mg/L.

Estos resultados no concuerdan con lo mencionado por Hernández (2002), Fihlo *et al.* (2000), quienes indican que los silicatos disminuyen la toxicidad por el hierro y manganeso, además la presencia de silicio en las plantas permite que desde las hojas y tallos se incrementa la cantidad de

oxígeno que impulsan las plantas hacia la raíz llegando al parénquima, oxidando la rizosfera, logrando que el Fe y Mn reducido se oxide, evitando una excesiva toma de estos por parte de las plantas (Viana 2008).

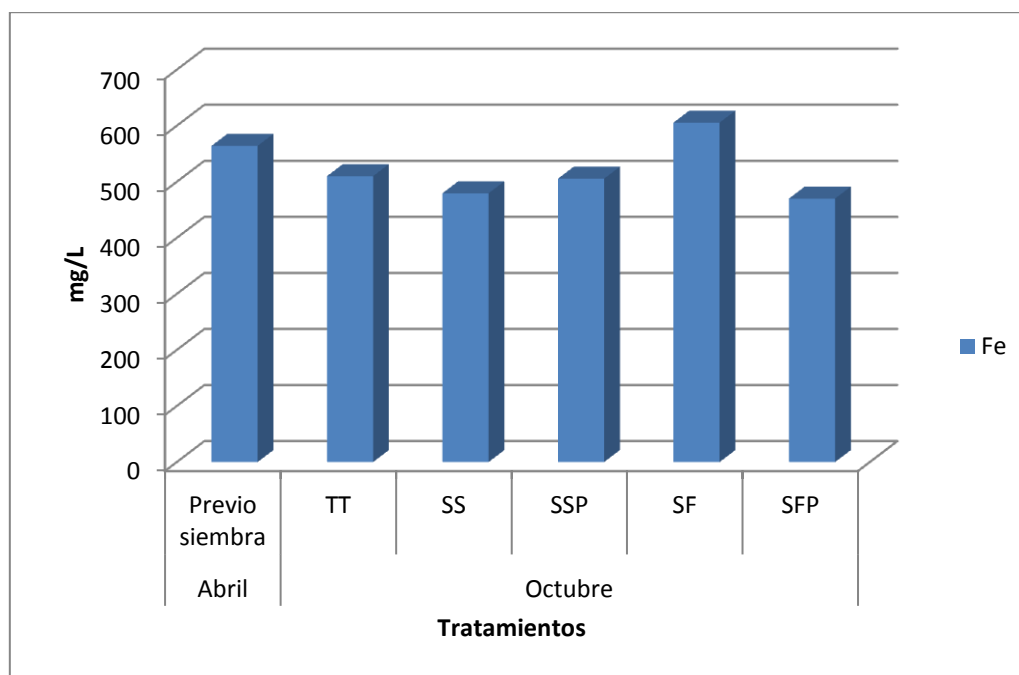


Figura 6. Valores promedios de hierro según los resultados de análisis de suelo realizado antes y después del establecimiento del cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Según Quero (2008), al utilizar productos con base de silicio, se restaura la degradación y se optimiza la fertilidad del suelo, mejorando sus propiedades químicas y físicas, ya que el silicio mantiene los nutrientes disponibles para la planta y mejora la capacidad de intercambio catiónico. Sin embargo, al observar las Figuras 2 y 3, se aprecia que los tratamientos no mostraron diferencias respecto al pH, acidez intercambiable, sumatoria de bases, de igual modo que en los elementos como fósforo, zinc, silicio, manganeso y hierro (Figura 4, 5 y 6). También considera que el silicio tiene como una de sus funciones disminuir la absorción de elementos que pueden ser tóxicos como hierro (Fe), manganeso (Mn) y aluminio (Al), debido que este se forma en el suelo como ácido silícico, el cual reacciona con los fosfatos de hierro (Fe), manganeso (Mn), aluminio (Al) y calcio (Ca) formando silicatos de cada uno de

estos elementos, convirtiéndolos en insolubles, impidiendo ser absorbidos por la planta, y liberando el ion ortofosfato primario de fósforo, forma en que la planta absorbe este elemento y es incorporado al suelo para ser absorbido (Viana 2008^a), el cual normalmente es deficiente en suelos ácidos.

4.2. Resultados de análisis foliar y efecto de aplicación de silicio a nivel foliar de la planta.

El análisis de los resultados del muestreo foliar no presentó diferencias estadísticas significativas en los tratamientos ($p \geq 0,05$) en ningunos de los elementos, tales como hierro (Fe), fósforo (P) y silicio (Si), excepto el manganeso que presenta diferencias estadísticas significativas. El tratamiento silicio al suelo con plaguicidas (SSP), como se observa en la Figura 7, presentó menor contenido de manganeso, esto concuerda con lo descrito por Datnoff y Rodríguez (2005) con respecto a que la utilización de silicio reduce la disponibilidad de elementos como manganeso y hierro en las raíces de las plantas de arroz, provocando un incremento en la resistencia de esta planta. También se observa que el tratamiento silicio foliar (SF) presenta la mayor absorción de manganeso 521,20 mg/kg; a nivel foliar, a pesar de lo anterior, todos los tratamientos presentan resultados dentro de rango considerado adecuado (30 mg/kg a 600 mg/kg), resultando ser valores no tóxicos para el cultivo de arroz, en el cual si los valores superan a los 1000 mg/kg resultan ser tóxico para la planta de arroz (Rodríguez 1999).

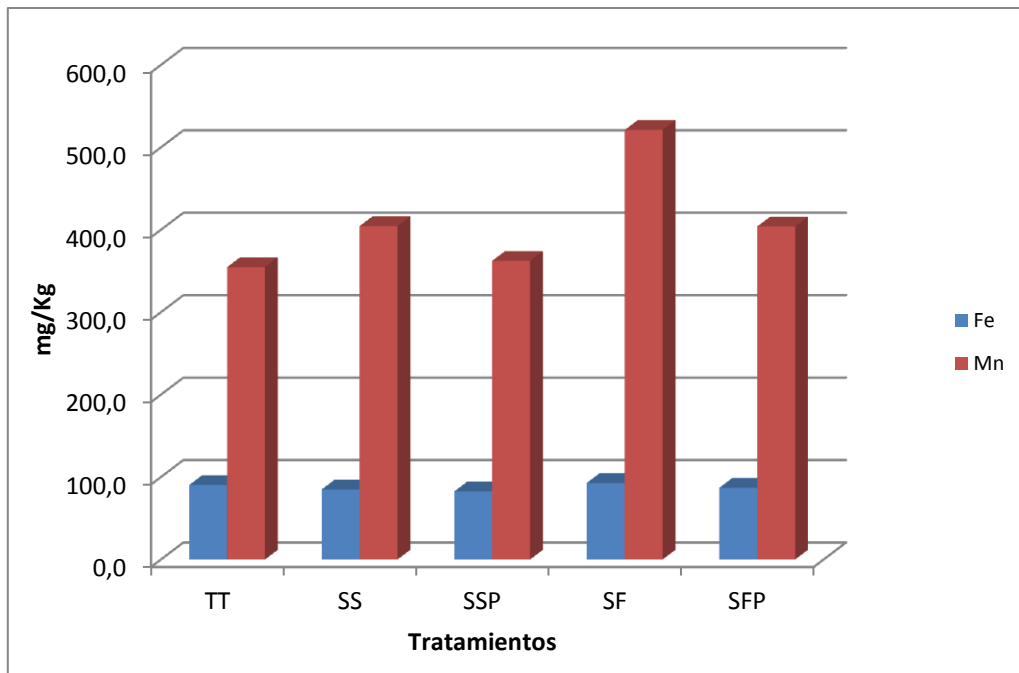


Figura 7. Concentración de Fe y Mn a nivel foliar en plantas de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Respecto a la concentración del elemento silicio a nivel foliar no se encontró diferencias estadísticas ($p \geq 0,05$) en los tratamientos. El tratamiento SS presentó mayor cantidad con 3,30 % m/m, mientras que el TT obtuvo 2,95% m/m, como se observa en la Figura 8. Sin embargo, lo mismo ocurrió con la concentración del fósforo que fue sometido a análisis estadístico, sus resultados se mantuvieron constantes (Figura 9).

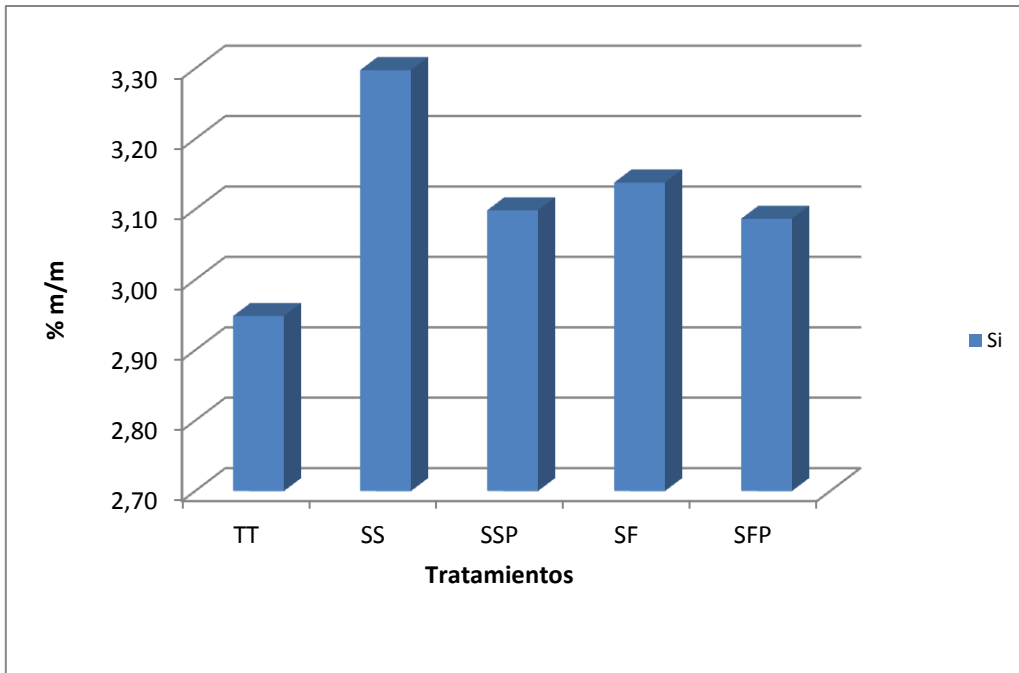


Figura 8. Concentración de Si a nivel foliar en plantas de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

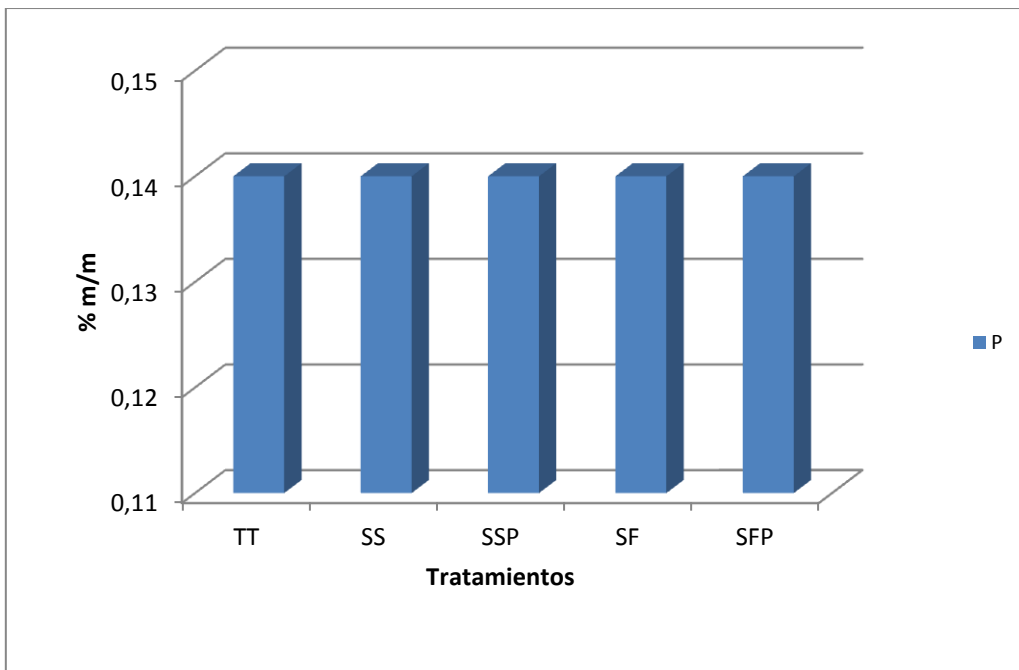


Figura 9. Concentración de P a nivel foliar en plantas de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

4.3. Incidencia de enfermedades y plagas insectiles en el cultivo.

Según Datnoff *et al.* (1990 y 1991), Osuna-Canizales *et al.* (1991) la aplicación del silicio tiende a reducir la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo del arroz, sin embargo, en contraposición a lo anterior para el ensayo establecido no se encontródiferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) en el nivel de incidencia de enfermedades entre los tratamientos evaluados ni con respecto al testigo. En cuando el análisis de las tendencias de las incidencias de enfermedades a lo largo de los muestreos realizados no se encontró ajustes apropiados en ninguno de los tratamientos $R^2 < 0,30$.

Autores como Miyake y Takahashi (1983), Winslow (1992), Epstein (1994) y Datnoff *et al.*(1997), mencionan que en el cultivo de arroz, el Si se acumula en forma activa en concentraciones iguales o mayores al 5%, esto le confiere a la planta no solo resistencia a enfermedades fúngicas sino también promueven un mayor crecimiento, Jones y Handreck (1967) y Wild (1992) asocian este comportamiento a que el silicio es absorbido por las plantas como un ácido silícico $Si(OH)_4$, lo que hace suponer que el mecanismo de resistencia de la planta esté asociado a la cantidad de silicio en el tejido celular, el cual es transportado a través del xilema y sedeposita en la pared celular debajo de la cutícula como cristales de silicio, formando una barrera protectora, que aumenta la rigidez celular, y el contenido de hemicelulosa y lignina de la pared celular (Adatia y Besford 1986, Lee *et al.* 1990).

El silicio promueve mecanismos de defensa que inducen al desarrollo de características estructurales que actúan como barreras físicas que impiden la penetración del tubo germinativo de la espora en el proceso de prepenetración, siendo estas características estructurales las encargadas de neutralizar o impedir la acción de enzimas que intervienen en la degradación de la cutícula y por lo tanto evitar la penetración del patógeno.

Al observar en la Figura 10, la aplicación de silicio al suelo y foliar no incidió en la reducción de incidencia de enfermedades, contrario a lo que exponen los autores arriba mencionados. Los rangos en la incidencia,

obtenidos 55 DDS, de acuerdo a los tratamientos oscilaron entre 5,45% y 7,98% correspondientes al tratamiento silicio foliar (SF) y silicio al suelo (SS), a los 67 DDS entre 5,30% y 9,16% correspondientes al tratamiento silicio foliar (SF) y silicio al suelo con plaguicidas (SSP), a los 81 DDS el rango fue 4,74% y 11,01% para los tratamientos testigo (TT) y silicio al suelo con plaguicidas (SSP), mientras que a los 95 DDS los rangos de incidencia presentó valores 6,65% y 9,65% para los tratamientos silicio suelo con plaguicidas (SSP) y testigo (TT) respectivamente. En concordancia a lo anterior los coeficientes de variación (CV) obtenidos en los diferentes muestreos oscilaron entre 32,83 y 60,48% (Anexo 8.7), estos coeficientes de variación altos indican que existe una alta variabilidad en los datos obtenidos, el cual no permite decidir si hay o no efectos en los tratamientos aplicados. Sin embargo, se debe considerar que son variables obtenidos a través de ensayos biológicos que por lo general arrojan alta variabilidad.

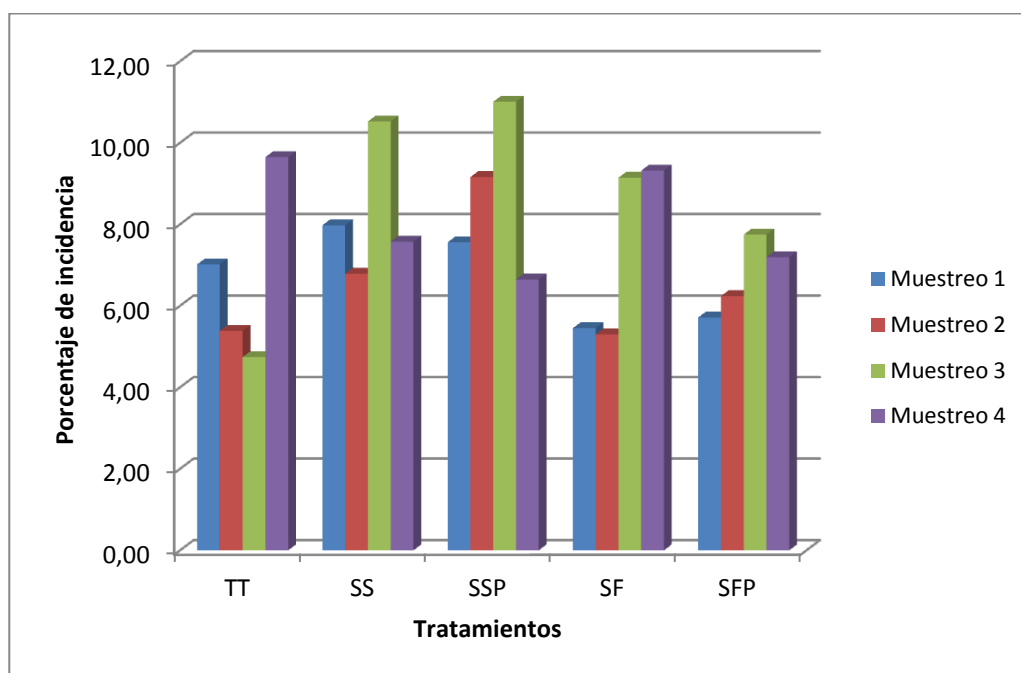


Figura 10. Niveles de incidencia de enfermedades en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La vega, San Carlos. 2010.

Tal como se observa en el Anexo 8.13 y 8.14 en los análisis estadísticos realizados a la población de plantas muestreadas no se determinaron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$), lo que sugiere que hubo uniformidad en la población muestreada, por lo que la variabilidad en los resultados de incidencia de enfermedades no estuvo inducida por esta variable.

De acuerdo a la variedad utilizada CR 4477, ésta es susceptible a *Rhizoctonia* sp., *Pseudomonas* sp. y *Sarocladium* sp., mostrando una tolerancia alta a *Pyricularia* sp y cierta tolerancia a *Helminthosporium* sp. (ONS 2003), lo que concuerda con observaciones realizadas donde, en muestras tomadas en los diferentes tratamientos y observadas en el microscopio se determinó la presencia de *Rhizoctonia* y en menor grado *Helminthosporium*, sin embargo estos datos no fueron separados por consiguiente no se realizaron análisis estadísticos.

Clarkson y Cook citados por Smith *et al.* (1992) mencionan que en el cultivo de trigo durante un periodo de 20 años de prospecciones, han obtenido que el 34% de los campos estuvieran afectados por *Rhizoctonia*, sin embargo la incidencia dentro de cada parcela en general era baja con una infección media cada año que varió del 3 al 31% y una incidencia media global del 10 %. Para el cultivo de arroz no se reporta qué nivel de incidencia podría considerarse crítico o bajo, sin embargo de acuerdo a los niveles de incidencia totales obtenidos Figura 10 y tomando como referencia la información presentada por Smith y colaboradores, podría considerarse que los niveles reportados en este experimento son bajos, siendo el valor más alto 11,01%, es probable que la presión de inóculo inicial no haya sido alto ni uniforme en toda el área experimental.

Con respecto al efecto del silicio versus la densidad poblacional insectil, tal como se observa en la Figura 11, durante la fase experimental la cantidad de larvas y pupas obtenidos 55 DDS fue de 0 en todos los tratamientos; mientras que a los 67 DDS se determinó un promedio de 3 larvas correspondiente a los tratamientos con aplicación de silicio al suelo con

plaguicidas (SSP) y silicio foliar con plaguicidas (SFP);por el contrario en el tratamiento silicio al suelo (SS) se obtuvo un promedio de 8 larvas siendo éste el valor más alto para esta evaluación. También este tratamiento en la evaluación a los 81 DDS presentó el promedio más alto (4,5) de pupas, mientras que el tratamiento silicio foliar con plaguicidas (SFP) junto con el testigo (TT) presentaron un promedio de 2.

En el último muestreo realizado a los 95 DDS se determinó un promedio de 0,8 larvas en el tratamiento silicio al suelo (SS), mientras que para pupas el promedio obtenido fue de 0,3 para los tratamiento silicio foliar con plaguicidas (SFP) y testigo (TT), siendo éstos los promedios más bajos y el silicio foliar (SF) el más alto con un 1,3. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos ni de éstos con respecto al testigo (TT) Figura 11, sin embargo tal como sucedió en la determinación del nivel de incidencia de enfermedades, estas variables son obtenidas a través de ensayos biológicos que por lo general arrojan alta variabilidad.

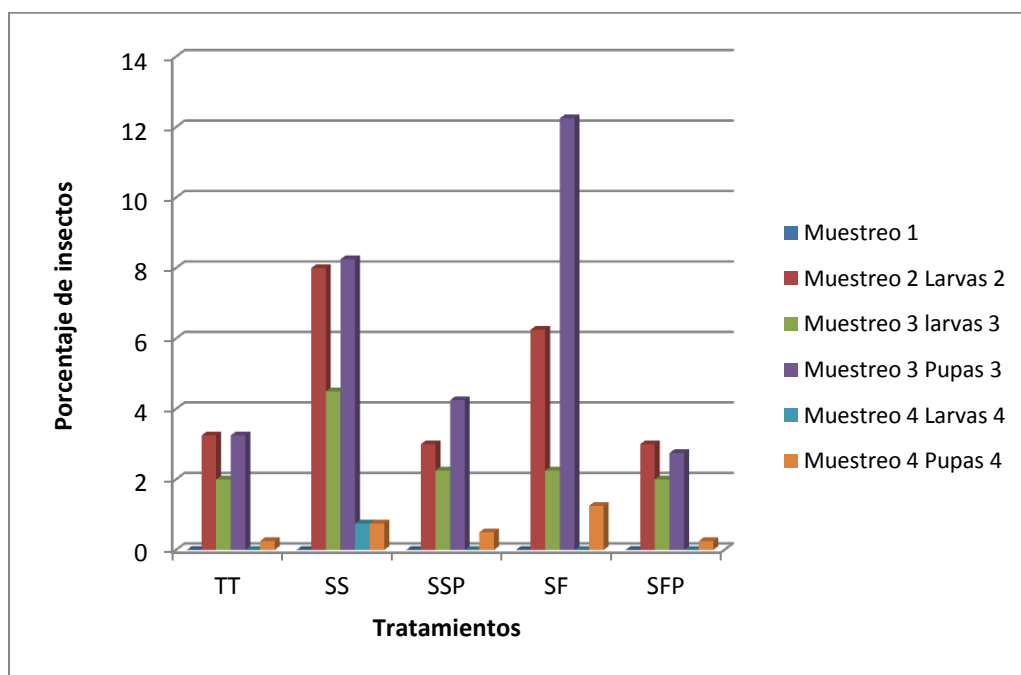


Figura 11. Nivel poblacional de insectos en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La vega, San Carlos. 2010.

Respecto al análisis de las tendencias de nivel poblacional de las plagas durante los muestreos realizados, no se encontraron ajustes adecuados en ninguno de los tratamientos $R^2 < 0,30$. Tal como se ha descrito, es probable que la baja población de diferentes estadios de insectos desde el inicio de la investigación indujera a que no existan diferencias estadísticas. Por otra parte tanto los órganos vegetativos como reproductivos de la planta de arroz son muy pubescentes lo que puede disminuir la atracción de los insectos, al respecto Quero (2008) menciona que el silicio forma parte de los tricomas, e indica que en experimentos realizados en cultivos como frijol, caña de azúcar, papa, chile y tomate se ha comprobado que la aplicación de éste incrementa el número y tamaño de tricomas por su parte Liang y colaboradores (2005) mencionan que en plantas de arroz el 90 % de silicio se encuentra en la parte aérea.

Orejuela (2010) menciona que la acumulación de éste en los tejidos promueve no sólo un mejor crecimiento y fertilidad sino también le da una mejor rigidez y elasticidad a los tejidos, aduciendo que en gramíneas éste puede depositarse en la pared celular de la epidermis, brácteas así como en células buliformes y en el xilema, es probable que estos mecanismo de acción aunado a una población inicial de insectos muy baja en todos los tratamientos hallan dificultado la acción de insectos chupadores o masticadores en los primeros instares, tal como lo menciona Viana (2008).

No obstante, si se analizan aspectos relacionados con mecanismos de valoración para determinar los factores o grados de calidad obtenidos en muestras de laboratorio, tal como el porcentaje de grano dañado, se observa que el rango de éstos valores se encuentra entre 2,18% y 2,88%, correspondiendo el primer valor al tratamiento silicio foliar (SF) mientras que el segundo al tratamiento testigo (TT) (Figura 12), lo que lo acerca a una categoría de grado de calidad 3, es decir muy por arriba del porcentaje máximo permisible según la Corporación Arrocera Nacional (2009). Este deterioro de la calidad en el grano puede estar inducido por factores tales como acción de microorganismos, insectos, humedad o causas mecánicas, para efectos de

esta investigación no se valoró cuál o cuáles de estos factores incidieron en la calidad de grano, sin embargo se puede deber a la interacción de estos factores.

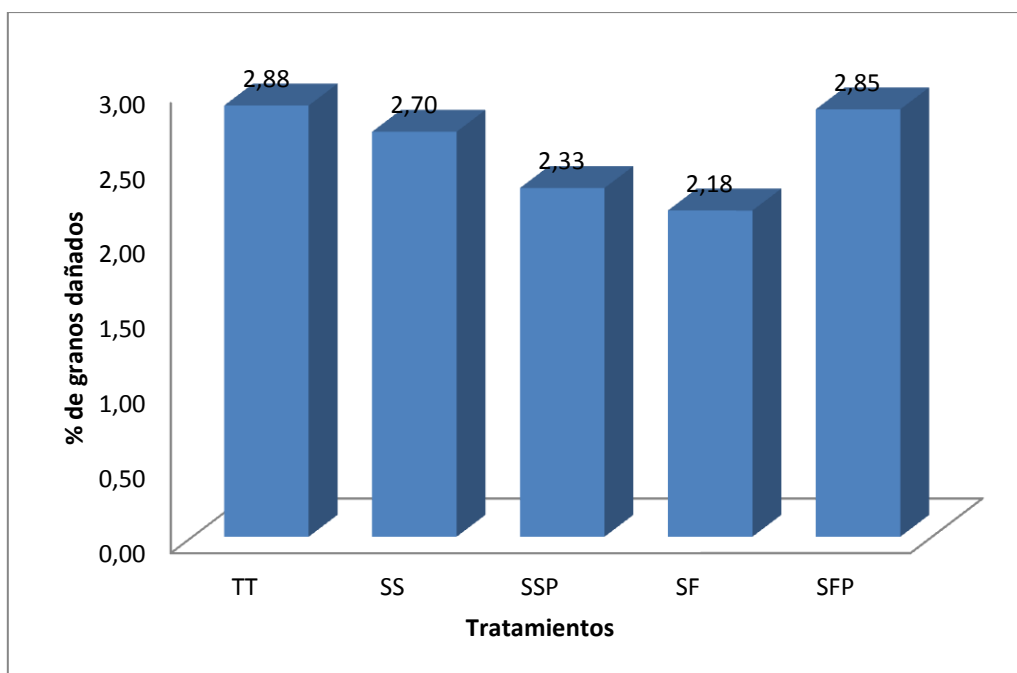


Figura 12. Análisis del porcentaje de granos dañados. CONARROZ. 2010.

4.4. Componentes de Rendimiento

La determinación del número de tallos efectivos y tallos totales se realizó durante la cosecha (124 DDS), los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$), no mostrando un efecto positivo en la aplicación de silicio ni de plaguicidas. En el tratamiento silicio al suelo (SS), se contabilizaron 480 tallos promedio por m^2 , siendo este el tratamiento con mayor cantidad de tallos por m^2 , mientras que el tratamiento con menores tallos en promedio resultó ser el SSP con 416 tallos m^2 , ocurriendo igual para los tallos efectivos. Este resultado indica que dos tratamientos con la misma condición (aplicación de silicio al suelo), al que se le aplicó plaguicida resultó ser el tratamiento de menor tallo promedio por m^2 ; mientras que el testigo presentó un promedio de 440 tallos por m^2 , sin presentar diferencias. De igual manera

ocurrió para los tallos efectivos en los diferentes tratamientos mencionados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados obtenidos para número de tallos efectivos, tallos totales y tallos/m². Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamiento	Tallos efectivos(0,5m ²)	Tallos totales (0,5m ²)	Tallos totales/m ²
TT	212	220	440
SS	226	240	480
SSP	200	208	416
SF	224	230	460
SFP	218	224	448

4.4.1 Cantidad y longitud de panículas por categoría

Respecto a las panículas se hizo conteo y se clasificaron por categorías de longitud. De acuerdo al conteo de panículas en cada clasificación (Figura 13), no se obtuvo diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$), entre los tratamientos, igualmente ocurrió con la clasificación por longitud de panículas como se observa en la Figura 14, la cual reafirma que no se presentó un efecto del silicio en las plantas de arroz, sea aplicado al suelo o foliar; del mismo modo no hubo efecto en la aplicación de plaguicidas.

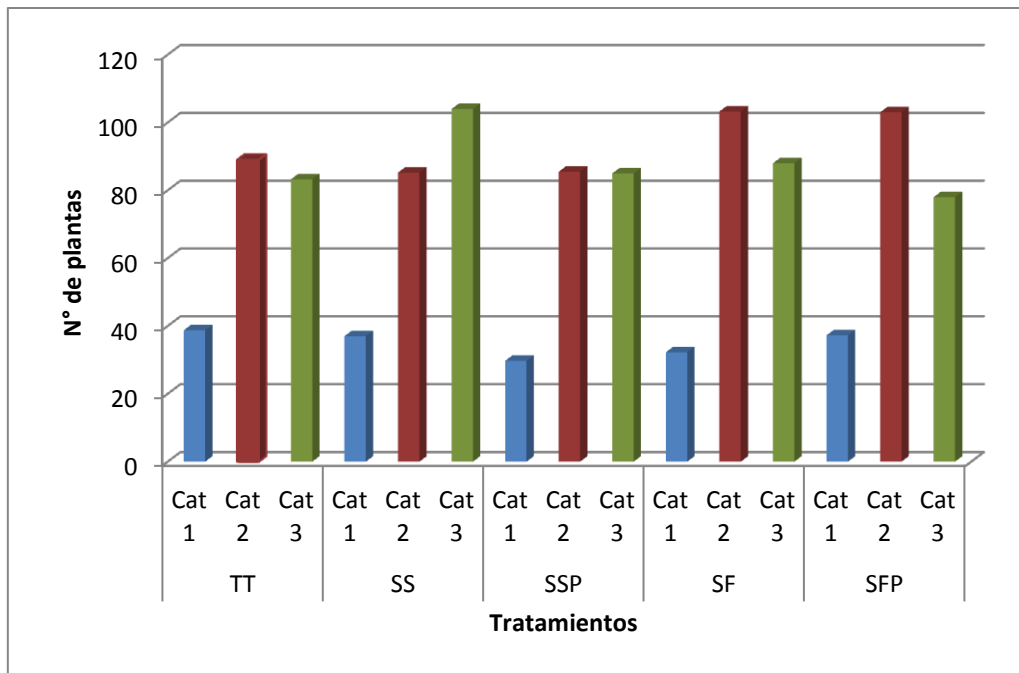


Figura 13. Cantidad de plantas clasificadas en categorías de acuerdo a la longitud de panícula en los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

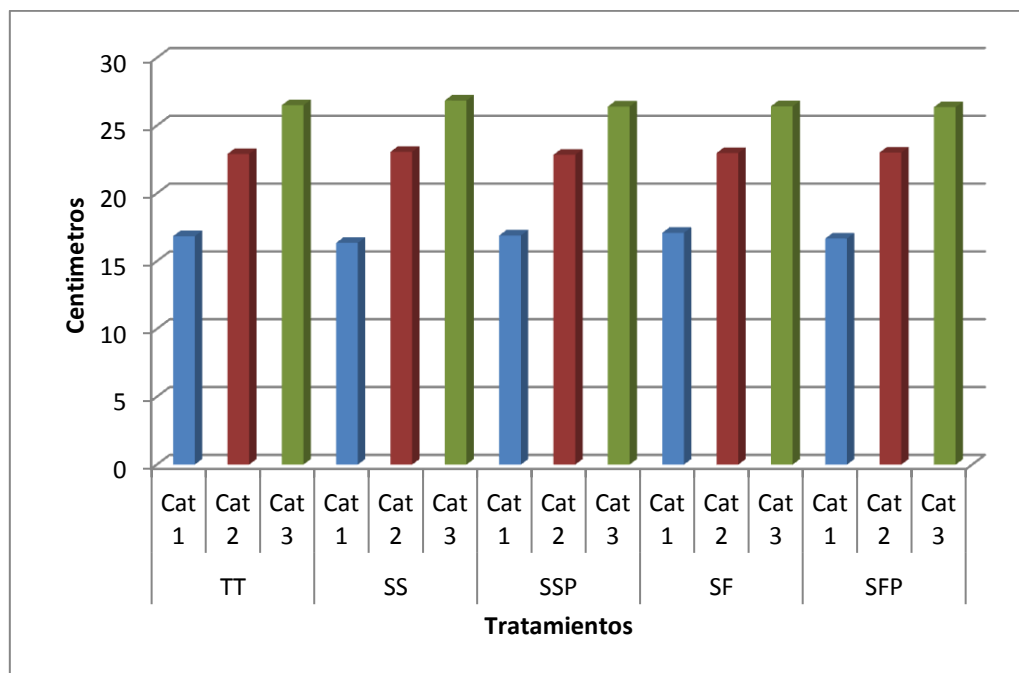


Figura 14. Longitud de panícula de acuerdo a las categorías realizadas en los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

4.4.2 Granos llenos y vanos

En esta variable al realizar el análisis estadístico no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos (Figura 15). En general, el porcentaje de granos llenos y vanos es similar entre los tratamientos (Anexo 8.17).

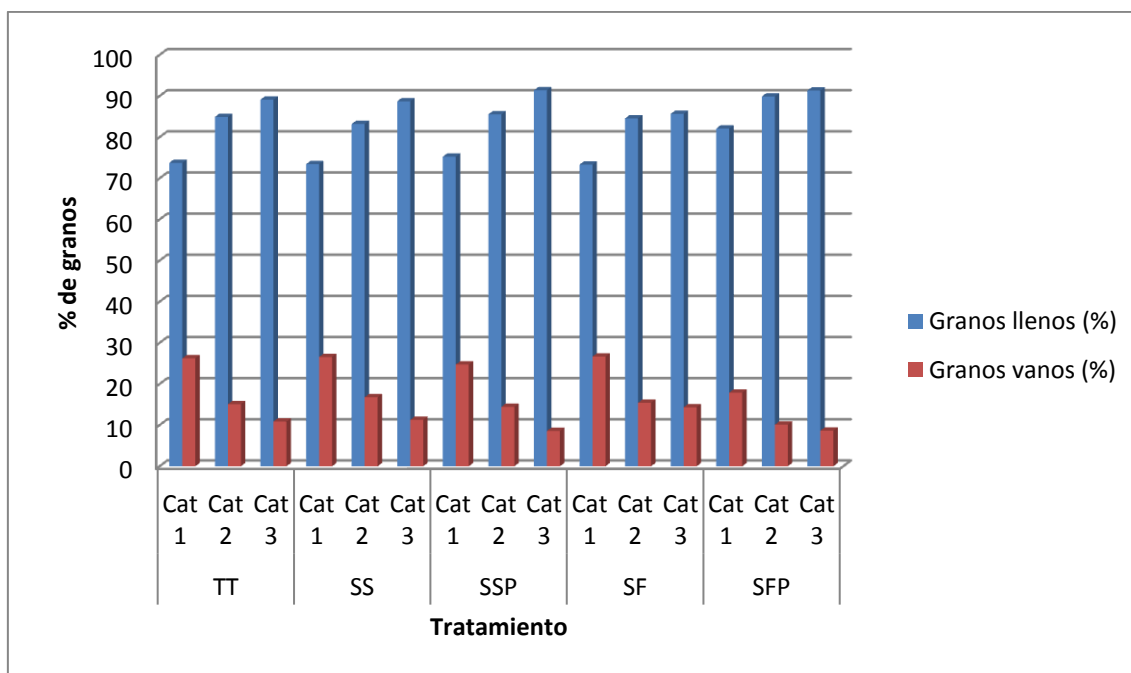


Figura 15. Porcentaje de granos llenos y vanos de acuerdo a las categorías realizadas en los diferentes tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

4.4.3 Peso de 1000 granos

Respecto al peso de granos de cada tratamiento (Figura 16), no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) entre tratamientos.

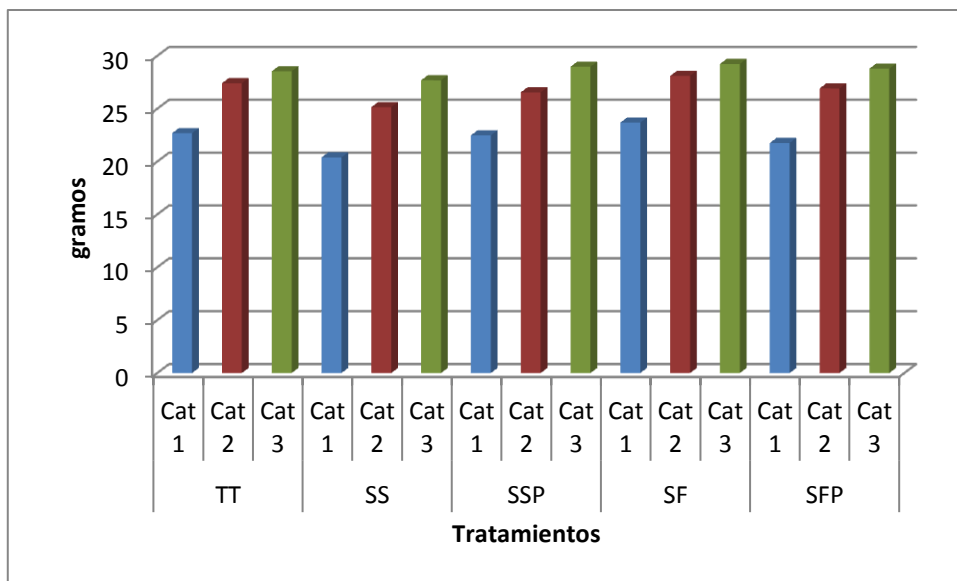


Figura 16. Peso de granos obtenido de la clasificación de panículas de cada tratamiento. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

4.4.4. Rendimiento

En esta variable se obtuvo los rendimientos descritos en el Cuadro 3, no presentando diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos. A pesar de lo anterior, el tratamiento silicio foliar con plaguicida (SFP) presentó el mayor rendimiento con un promedio de 7,5t/ha, seguido por el testigo con 7,3t/ha, el tratamiento con menor rendimiento fue silicio foliar (SF) con 6,4t/ha, por lo que se considera que la aplicación de silicio, tanto al suelo como foliar no influyó en el aumento del rendimiento del cultivo de arroz, contrario a lo indicado por Deren *et al.* (1994) y Savant *et al.* (1997) citados por Datnoff y Rodríguez (2005), quienes mencionan que el efecto del Silicio al reducir enfermedades provoca un aumento en el rendimiento, ya sea por peso de grano o número de granos por panícula sin importar las mejoras genéticas de los cultivares. También se considera que mejora la fertilidad por lo que genera un aumento en su rendimiento (Orejuela 2010). Los datos de rendimientos analizados se presentan en peso húmedo y sucio, igual a como los reporta ONS (2003), con la diferencia en el caso de este estudio la recolección se hizo manual, lo que puede manifestarse en un rendimiento mayor obtenido a nivel nacional (5 a 6,5 t/ha).

Cuadro 3. Producción de arroz en granza (g/6,4m² y t/ha) para cada uno de los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamiento	Producción (g/6,4m ²)	Rendimiento estimado t/ha
SFP	4831,7	7,5
TT	4664,7	7,3
SSP	4527,5	7,1
SS	4484,9	7,0
SF	4106,9	6,4

4.5. Calidad de granos en granza

En los datos de calidad molinera obtenidos por CONARROZ, no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) para la aplicación de silicio y el uso de plaguicidas (Anexos 8.29, 8.30). Utilizando los parámetros del Ministerio de Economía Industria y Comercio (M.E.I.C), la calidad de grano de los tratamientos no es alta como se observa en la Figura 17, los valores de rendimiento entero son menores que las bases de M.E.I.C. reduciendo el precio por saco. Para rendimiento del grano quebrado grueso no supera a la base establecida para obtener un grado 2, por lo que es distribuido a los rendimientos de puntilla y semolina, obteniendo un menor precio, en el caso rendimiento de puntilla y rendimiento de semolina, los valores son superiores a la base de M.E.I.C. resultando una disminución en el precio por saco debido que estos son pagados de una cuarta parte del precio del rendimiento entero (CONARROZ 2009).

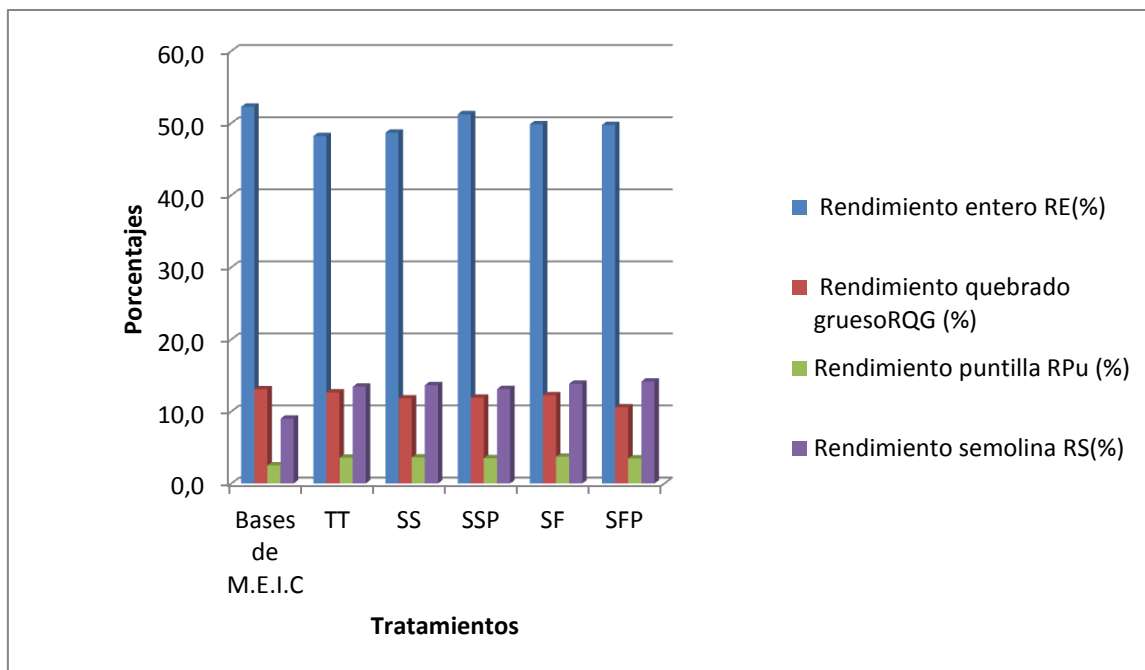


Figura 17. Evaluación de los componentes de rendimiento según análisis de CONARROZ entre los tratamientos. 2010.

Respecto a los análisis elaborados por CONARROZ, la calidad fue castigada, principalmente en las variables de porcentaje de grano yesoso y porcentaje de grano dañado, en las cuales en el tratamiento testigo (TT) y el tratamiento silicio al suelo con plaguicidas (SSP) presentaron valores de 7,7% y 8,3% de grano yesoso en una de sus repeticiones respectivamente, en estos casos las muestras fueron clasificadas según “muestra” (sm) esta es la forma para la negociación del precio por parte de CONARROZ. Las demás repeticiones de estos tratamientos presentaron valores de calidad permisibles por CONARROZ (2008) (valores inferiores a 7%).

Para la variable del porcentaje grano dañado, una repetición del testigo (TT) obtuvo un valor de 4,1% de acuerdo con el reglamento de CONARROZ (2008), este valor no debe sobrepasar el 4%, dado en estos casos, si no se cumple con algunos de los requisitos, se da una clasificación según muestra (sm) y la negociación se define entre partes, por lo tanto según Jiménez¹ se estableció un grado de calidad 5, en el cual se rebaja tres veces del precio de rendimiento entero, para obtener un precio de venta por saco y total.

¹Jiménez, D. 2011. Comunicación personal. CONARROZ. San José.

Al utilizar el promedio de cada tratamiento aumenta la calidad de grano, sin embargo esta calidad se encuentra dentro del límite mínimo permitido por CONARROZ, siendo este límite un valor 4% para grano dañado y 7% para grano yesoso como se observa en el Cuadro 4. Si los valores no se promediaban, existen repeticiones que no son permitidas del régimen de CONARROZ.

Cuadro 4. Factores y grados de calidad para el arroz en granza tipo largo. Fuente CONARROZ. 2008.

Grado de calidad	Semillas objetables y granos dañados por calor (N°/500g)	Porcentajes máximos de granos			
		Manchados	Yesosos	Rojos	Dañados
1	2	0,50	1,00	0,50	1,00
2	10	1,50	2,50	1,50	2,00
3	20	2,50	4,00	3,00	3,00
4	35	4,00	7,00	4,50	4,00

Según muestra: Se clasifica como “según muestra” al lote que no reúna los requisitos de alguno de los grados 1, 2, 3 y 4 de manera que la negociación será definida entre las partes.

De acuerdo con la Figura 18, el promedio de cada tratamiento no sobrepasan los niveles máximos de calidad de grano, los porcentajes de grano yesoso y grano dañado son altos al compararlos con el Cuadro 4, son clasificados en grado 4, por lo que es castigado el precio del saco y por consiguiente castigado el precio total. Al realizar los análisis estadísticos, no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos, básicamente analizados para los grados de calidad y los componentes de rendimiento (Anexos 8.29 y 8.30).

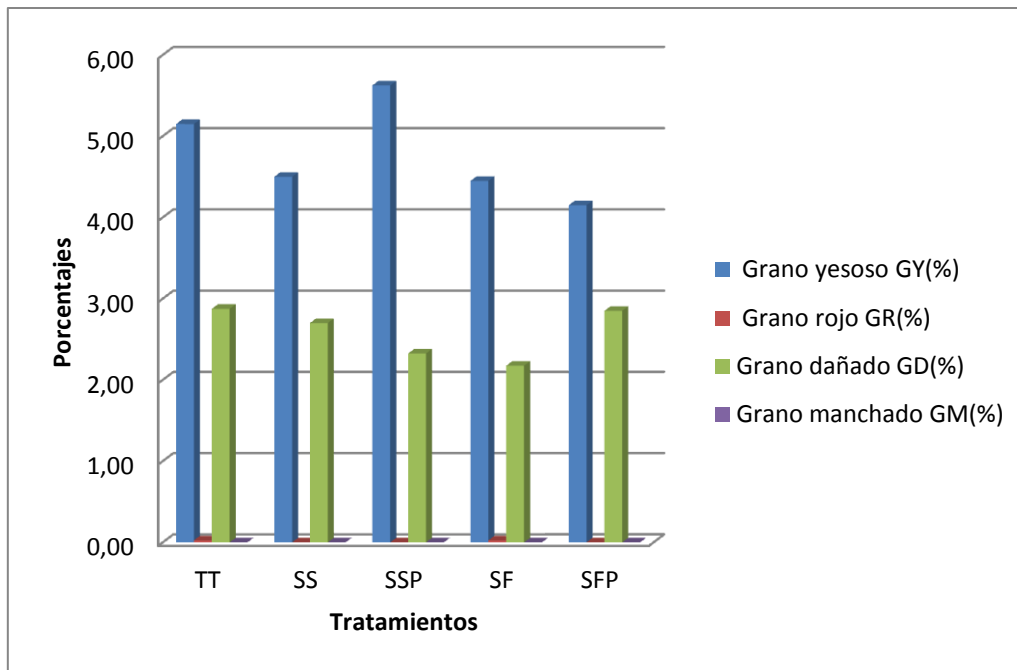


Figura 18. Evaluación de los grados de calidad según análisis de CONARROZ. 2010.

4.6. Análisis económico

Las calidades molineras de cada tratamiento no fueron buenas debido que no llegan al grado 2, para ser pagados por el precio base de $\text{¢}23.415,00$, respecto a lo establecido por el M.E.I.C, los parámetros no alcanzaron a los valores establecidos en todas sus variables. En el caso del rendimiento de entero su valor no supera el 52,264%, mientras que para el quebrado grueso es inferior a 13,066% y para rendimiento de puntilla supera los 2,500%, igualmente para el rendimiento de semolina (9,000%). (CONARROZ, 2008). Sin embargo, como se puede observar en el Cuadro 6, los pagos obtenidos por CONARROZ (simulación del cálculo de precio de arroz en granza), el tratamiento SS presentó mejor precio por saco $\text{¢}22.950,00$, por los componentes de rendimiento, factores y grado de calidad, seguidamente el tratamiento SF presentó precio por saco de $\text{¢}22.833,00$, no obstante el mejor tratamiento en cuanto a precio fue SFP $\text{¢}1.979.296,00$, debido que mostró el mejor rendimiento de arroz en granza como se observa en el Cuadro 3. En el caso de testigo (TT) el precio por saco fue el más bajo $\text{¢}21.860,00$, pero su

rendimiento fue de 7,3t/ha (Cuadro 3), por lo que compensa el pago total del arroz, obteniendo ¢1.863.670/ha.

Al no presentar diferencias entre los tratamientos, se tomó en consideración los costos de los insumos variables (insecticidas, fungicidas y fuentes de silicio y su aplicación) utilizados en la investigación y el ingreso bruto con respecto al precio total de entrega de arroz (Cuadro 5), por lo que el tratamiento de mayor costo resultó SFP, seguidamente el tratamiento SSP, debido que estos tratamientos requirieron de los insumos de los plaguicidas y las fuentes de silicio, no obstante el TT, presentó un costo superior a los tratamientos SS y SF. Pero al considerar el ingreso bruto, el tratamiento SS obtuvo mayor ganancia, seguidamente el tratamiento SFP en comparación del TT, debido que estos tratamientos fueron remunerados por el precio del saco y rendimiento respectivamente, en el caso de los tratamientos SSP y SF se obtuvieron menos ganancias respecto a TT.

Cuadro 5. Estimación de costos e ingresos brutos por hectárea en la producción de arroz de los diversos tratamientos utilizados en Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamiento	Pago del saco (S y L*)	Pago total (ha)	Costo de insumos/ ha (¢)	Ingreso bruto
TT	¢21,860.75	¢1,863,670.75	¢100,662.00	¢1,763,008.75
SS	¢22,950.50	¢1,910,464.50	¢35,833.00	¢1,874,631.50
SSP	¢22,097.00	¢1,811,707.25	¢136,495.00	¢1,675,212.25
SF	¢22,833.50	¢1,683,888.75	¢41,136.00	¢1,642,752.75
SFP	¢22,397.75	¢1,979,296.25	¢141,798.00	¢1,837,498.25

* : por componentes de rendimiento, factores y grados de calidad, determinados por Laboratorio de Calidad de CONARROZ.
S y L: seco y limpio.

5. CONCLUSIONES

En las condiciones en que se desarrolló este estudio, se concluye que:

- La aplicación de silicio tanto al suelo como a nivel foliar no influyó en la fertilidad química de los suelos en estudio.
- La aplicación de silicio tanto al suelo como a nivel foliar no mostró diferencia en el rendimiento ni en la calidad del grano de arroz.
- La aplicación de plaguicidas combinado con el silicio no presentó efectos positivos en la reducción de enfermedades y plagas ni en el rendimiento y en la calidad del grano de arroz.
- La utilización de fuentes de silicio, no generó un efecto directo hacia la reducción de enfermedades y plagas en el cultivo.
- La incidencia de enfermedades y densidad poblacional de plagas no presentaron resultados concluyentes desde el punto de vista estadístico debido a su alta variabilidad.
- Los resultados obtenidos respecto al rendimiento de grano de arroz no manifestaron diferencias a la aplicación de los tratamientos de silicio.
- El uso del silicio no influyó en incrementar la calidad molinera ni la mejoría del pago de arroz comercializado.

6. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos de la investigación, se recomienda que:

- Utilizar diferentes fuentes de silicio y dosis, para así poder obtener mayor criterio de conocimiento de este insumo y fuentes del mismo en nuestro medio
- Hacer el estudio en suelos de fertilidad química más bajas, es decir en suelos degradados.
- Calibrar mejor la metodología de análisis del elemento silicio.
- Para efectuar la evaluación de incidencia de enfermedades y nivel poblacional de plagas, se recomienda realizarlo en lotes aislados de fincas comerciales, para que estos no sean afectados por el manejo comercial de la finca.
- Esta investigación debería extenderse a las áreas arroceras del país donde existan suelos degradados para verificar los resultados en las distintas zonas.

7. BIBLIOGRAFIA

- ABOPAC (Abonos del Pacifico). 2005. Informe de labores de Parménides Furcal. Resultados de caracterización química de los suelos de la zona norte. San José, Costa Rica. 18p.
- Adatia, M.H.; Besford, R.T. 1986. The effects of silicon on cucumber plant grown in recirculating nutrient solution. *Annals of Botany, London*, v.58, p.343-351
- Almaguel, L; Botta, E. 2005. Curso de postgrado de Acarologia. Manejo integrado de *Stenotarsonemus spinky*, Smiley. Resultados de Cuba y Transferencia para la región de Latinoamérica y el Caribe. La Habana. INISAV.
- Alfaro, D. 2008. Curso Sistema de producción de granos básicos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Santa Clara. San Carlos.
- Berstch, F. 1987. Niveles críticos en suelos. CIA (Centro de Investigación Agronómico). UCR. San José, Costa Rica.
- Cabalceta, G; Molina, E. 2006. Niveles críticos de nutrimentos en suelos de Costa Rica utilizando la solución extractora Mehlich 3. *Agronomía Costarricense* 20(2):31-44.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Arroz: Investigación y Producción. Cali, Colombia. 696p
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 2005. Morfología de la Planta de Arroz. Cali, Colombia. (en línea) Consultado el 20/8/2009. Disponible en: <http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/inicio.htm>

Chaudhary, R.C; Nanda, J.S; Tran, D.V. 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Problemas y limitaciones de la producción de arroz. Depósito de documentos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Departamento de Agricultura. Roma 2003. Disponible en www.fao.org/DOCREP/006/Y2778sO2.htm. Consultado el 29 de setiembre de 2008.

CONARROZ (Corporación Arrocera Nacional). 2008. RTCR 406-2007: Arroz en granza especificaciones y métodos de análisis para la comercialización e industrialización. Decreto N 34487- MEIC- MAG-S. La Gaceta N87.

CONARROZ (Corporación Arrocera Nacional). 2009. Reglamento interno del mecanismo para la valoración del arroz en granza.

De Datta, S.K. 1986. Producción de arroz. Fundamentos y Prácticas. Editorial Limusa. México. 690p.

Datnoff, L.E.; Raid, R.N.; Snyder, G.H., Jones, D.B. 1990. Evaluation of calcium silicate slag and nitrogen on brown spot, neck rot, and sheath blight development on rice. *Biological and Cultural Tests for Control of Plant diseases*, St. Paul, v.5, p.65

Datnoff, L. E.; Raid, R.N.; Snyder, G.H; Jones, D.B. 1991. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Disease*. 75(7):729-732.

Datnoff, L. E.; Deren, C.W.; Snyder, G.H. 1997. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. *Crop Protection*. 16(6):525-531.

Datnoff, L; Rodriguez, F. 2005. The role of silicon in suppressing rice diseases. APSnet feature. Disponible en <http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/SiliconInRiceDiseases.aspx>. Consultado el 17 febrero 2011.

- Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 91:11-17.
- Fertilizante de Centroamérica (Panamá) S.A (2002-2004). Informes Técnicos. El Silicio en la Agricultura. Disponible en webmaster@fertica.com.pa. Consultado el 15 de diciembre de 2008
- Filho, B., M.P; Zinder, G.H; Prabhu, A.S; Datnoff, L.E; Kornörfer, G.H. 2000. Importancia do silicio para a cultura do arroz. Uma revisão de literatura. Potafos. Encarte Técnico. Informações Agronômicas Nº 89-Marzo/2000.
- Hernández G., R 2002. Nutrición mineral de las plantas. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes-Mérida, Venezuela. Disponible en www.forest.ula.ve/~rubenhg. Consultado el 11 de diciembre de 2008.
- Henríquez, C; Cabalceta G. 1999Guia práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. UCR, Escuela de Fitotecnia. Facultad de Agronomía.
- InfoStat.2008. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat FCA. Universidad Nacional de Cordoba. Primera edición. ED. Brujas, Argentina.
- Jones, L.H.P.; Handreck, K.A. 1967. Silica in soils, plants and animals. Advances in Agronomy, New York, v.19, p.107-149
- Kornörfer G.H.; Faria, R.J.; Datnoff,L.E.; Pereira, L.E. (2002). Influência do silicato do cálcium atolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo. In: Reunião Brasileira de Fertilizante do solo e nutrição de plantas. Rio de Janeiro. Informancões Agronômicas Nº 99-Septiembre/2002. P.16. Resumos. SBCS.143p.
- CONARROZ (Corporación Arrocera Nacional). Laboratorio de Control Calidad. 2006. Principales características molineras de variedades nacionales periodo 2005/2006.

- Lee, T.S.; Kwon, T.O.; Park, K.H. 1990. Influence of nitrogen and silicon on the yield and the lodging related traits of paddy rice. *Soil and Fertilizers*, Wallingford, v.32, n.2, p.15-23.
- Liang, Y; Sun, W y Romheld, V. 2005. Effects of foliar and Root Applied silicon on the Enhancement of Induced Resistance to Powdery Mildew in *Cucumis sativus*. *Plant Pathology*. 54:678-685.
- Miyake, Y; Takahashi, E. 1983. Effect of silicon on the growth of solution-cultured cucumber plant. *Soil Science and Plant Nutrition*. 1983. 29(1):71-83.
- Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.
- Murillo, J.I; González R. 1982. Manual de producción para el arroz de secano. CAFESA. San José Costa Rica. 132p.
- ONS (Oficina Nacional de Semillas). 2003. Características varietales y agronómicas de los materiales de arroz pertenecientes al registro de variedades comerciales (RVC) de la ONS. DOC 09-2003 D.T.
- Orejuela J, 2010. Evaluación de la Aplicación de Varias Dosis de Ácido Monosilícico en la Producción del Cultivo de Arroz. Var. INIAP 15. (en línea). Guayaquil, EC. Consultado el 22 mayo. 2010. Formato pdf. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10892/3/OREJUELAS%20MAGALLANES%20JUAN%20DARIO.pdf>.
- Osuna-Canizales, F.J.; DeDatta, S.K; Bonman, J.M. 1991. Nitrogen form and silicon nutrition effects on resistance to blast disease of rice. *Plant and Soil*, The Hague, v.135, p.223-231.

- Porta, J; Acevedo, M; Roquero, C. 1994 Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 807p.
- Quero, E. 2007. 12 virtudes del silicio. Biotecnología. Abril 2007. N° 63. Teorema ambiental. Revista Técnico Ambiental. Editorial 3W México S.A de CV. Consultado el 29 de septiembre de 2008. Disponible en: www.teorema.com.mex.
- Quero, E. 2008. Silicio en la producción de chile. La biosilicificación Proceso biológico fundamental en la productividad vegetal. Consultado el 29 de septiembre de 2008. Disponible en <http://loquequero.com/potal>.
- Rodríguez, J.H. 1999. Fertilización del cultivo del arroz (*Oryza sativa*). In XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional de Suelos 19 al 23 de julio. Disponible en http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf. Consultado 23 de agosto 2011.
- Smith, I.M; Dunez, J; Phillips, D.H; Lelliott, R.A; Archer, S.A. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España 671p.
- Tascón, E; García, E. 1985. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. PNUD/ CIAT. pp. 696
- Topolanski, B. 1975. El arroz su cultivo y producción. 1era edición. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires. México. 304p.
- Universidad de Filipinas. 1975. Cultivo de arroz. Manual de producción. Editorial Limusa. Mexico. 426p
- Vergara, B. 1990. Guía del agricultor para el cultivo del arroz. Mexico. Editorial Limusa. 221p.
- Viana, J.E. 2008. Importancia del silicio en la nutrición vegetal. Agromil. Tolima, Colombia. Consultado el 15 de septiembre de 2008. Disponible en www.silicioagromil.com.

Viana, J.E 2008a. El silicio y la mosca blanca. Agromil. Tolima.Colombia.
Consultado el 15 de septiembre de 2008. Disponible en
www.silicioagromil.com.

Wild, A 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell.
Mundi-Prensa. Madrid. 1045p.

Winslow, M. D. 1992. Silicon, disease resistance, and yield of rice genotypes
under upland cultural conditions. *Crop Science*. 32:1208-1213.

8. ANEXOS

Anexo 8. 1. Manejo agronómico realizado en el cultivo de arroz var CR 4477. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Fecha	Actividad	Dosis
22 de abril	Chapia ronda y estaquillado	
29 de abril	Fertilización Si al suelo (óxido de silicio al 70% p/p)	100 kg/ha
14 de mayo	Siembra	128 kg/ha
14 de mayo	Fertilización 13-24-20	128kg/ha
17 de mayo	Herbicida Pre emergente	Cosmoin 1L Metsulfuron 33 gr Invest 140 gr Round up 16 L 2,4 D 5L Pendimetalina 6L Butaclor 10L
03 de junio	Fertilización foliar	4L/ha
11 de junio	Fertilización 30-0-15-4(S)	138 kg/ha
17 de junio	Fertilización foliar	4L/ha
24 de junio	Fertilización 18-0-30-1,05 (Zn)- 3,37 (S)	158 kg/ha
30 de junio	Herbicida, Insecticida	Dap plus 200cc/ha Metsulfuron 17,3gr/ha Clincher 630cc/ha Propanil 5L/ha Designee 115cc/ha Karate zeon 330cc/ha WK 330cc/ha
02 de Julio	Fertilización 26-0-26-10-6(S)	126,5 kg/ha
03 de Agosto	Fungicida, Insecticida y foliares	Dap plus 200cc/ha Carbendazina 600cc/ha Silvacur 400cc/ha Citokin 1L/ha Tecamin 750cc/ha Dimetoato 1,2L/ha WK 250cc/ha

Anexo 8. 2. Análisis de suelos realizados por Laboratorio Agro Análisis de Costa Rica S.A. en el periodo de la investigación. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamientos	pH	cmol(+)/L				mg/L					
		K	Ca	Mg	Acidez	P	Si	Fe	Cu	Zn	Mn
Previo siembra	4,9	1,08	14,09	3,94	1,2	29	44,7	564	11,8	4,6	145
Posterior a la cosecha											
SFP	4,65	0,53	16,9	4,03	1,75	27,7	78,0	492	11,9	18,5	32,3
SFP	4,71	0,65	16,6	3,88	1,40	18,9	42,2	448	10,3	15,7	26,0
Promedio	4,68	0,59	16,75	3,96	1,58	23,28	60,10	470,00	11,10	17,10	29,15
SSP	4,60	0,73	17,0	3,85	1,70	29,4	45,7	589	12,4	92,3	33,1
SSP	4,56	0,65	16,8	4,02	1,70	20,7	36,8	422	12,6	99,9	30,8
Promedio	4,58	0,69	16,92	3,93	1,70	25,03	41,24	505,50	12,50	96,10	31,95
SF	4,50	0,66	17,8	3,98	1,70	37,8	44,3	636	12,7	94,3	36,5
SF	4,69	0,61	16,1	3,75	1,35	21,9	39,0	575	10,9	26,1	40,8
Promedio	4,60	0,63	16,95	3,86	1,53	29,82	41,67	605,50	11,80	60,20	38,65
SS	4,60	0,65	15,7	3,75	1,80	27,5	50,5	467	10,5	23,3	27,5
SS	4,86	0,77	16,6	3,73	1,40	26,5	45,8	492	9,8	8,6	30,4
Promedio	4,73	0,71	16,16	3,74	1,60	26,97	48,16	479,50	10,15	15,95	28,95
TT	4,71	0,75	16,3	3,91	1,50	25,6	57,4	538	10,9	16,1	27,0
TT	4,66	0,81	17,7	4,40	1,50	21,7	42,1	482	10,9	50,7	30,5
Promedio	4,69	0,78	16,99	4,16	1,50	23,64	49,72	510,00	10,9	33,40	28,75

Anexo 8. 3. Resultados de los análisis foliares realizados a los 89 DDS en el cultivo de arroz var CR 4477. La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamientos	%m/m							mg/kg		
	N	P	K	Ca	Mg	Si	S	Fe	Zn	Mn
SFP	2,73	0,15	2,41	0,45	0,13	2,32	0,25	87,6	18,2	349
SFP	2,59	0,14	2,51	0,50	0,16	3,08	0,21	89,9	17,6	399
SFP	2,48	0,13	2,69	0,35	0,14	3,12	0,19	69,8	16,2	315
SFP	2,43	0,13	2,68	0,45	0,17	3,82	0,16	101	21,4	554
Promedio	2,56	0,14	2,57	0,44	0,15	3,09	0,20	87,09	18,35	404,11
SSP	2,71	0,15	2,51	0,42	0,15	2,30	0,21	80,4	18,3	288
SSP	2,63	0,16	2,37	0,47	0,13	3,13	0,19	83,0	19,3	384
SSP	2,69	0,14	2,32	0,42	0,13	3,37	0,19	72,7	19,5	331
SSP	2,62	0,13	2,57	0,51	0,18	3,59	0,17	94,6	20,4	447
Promedio	2,66	0,14	2,44	0,45	0,15	3,10	0,19	82,69	19,35	362,42
SF	2,77	0,16	2,64	0,51	0,16	1,60	0,21	94,0	16,8	373
SF	2,12	0,14	2,72	0,47	0,15	3,72	0,19	92,5	19,9	503
SF	2,39	0,14	2,57	0,56	0,16	3,88	0,20	89,0	26,3	559
SF	2,21	0,12	2,40	0,47	0,15	3,35	0,15	96,6	21,6	649
Promedio	2,37	0,14	2,58	0,50	0,16	3,14	0,19	93,01	21,15	521,20
SS	2,50	0,15	2,61	0,44	0,13	2,36	0,23	69,9	15,8	295
SS	2,78	0,16	2,48	0,55	0,15	2,55	0,20	101	20,6	406
SS	2,58	0,13	2,57	0,37	0,15	4,31	0,19	70,5	14,8	252
SS	2,04	0,12	2,63	0,53	0,16	3,98	0,17	98,6	24,3	666
Promedio	2,48	0,14	2,57	0,47	0,15	3,30	0,20	85,08	18,88	404,62
TT	2,59	0,15	2,55	0,45	0,15	1,91	0,23	85,1	18,5	300
TT	2,87	0,14	2,25	0,42	0,14	2,30	0,21	86,3	18,0	366
TT	2,56	0,15	2,34	0,39	0,12	4,25	0,20	96,8	17,5	321
TT	2,67	0,13	2,63	0,45	0,18	3,34	0,19	93,5	22,8	432
Promedio	2,67	0,14	2,44	0,43	0,15	2,95	0,21	90,45	19,20	354,74

Anexo 8. 4. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de análisis foliar en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.4.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P	16	0,79	0,66	5,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,1E-03	6	3,6E-04	5,76	0,0102
Bloques	2,0E-03	3	6,7E-04	10,89	0,0024
Fertilización	5,6E-05	1	5,6E-05	0,91	0,3650
Plaguicida	6,2E-06	1	6,2E-06	0,10	0,7577
Fertilización*Plaguicida	5,6E-05	1	5,6E-05	0,91	0,3650
Error	5,6E-04	9	6,2E-05		
Total	2,7E-03	15			

Anexo 8.4.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Si	16	0,76	0,60	15,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,39	6	1,06	4,70	0,0194
Bloques	6,27	3	2,09	9,22	0,0042
Fertilización	0,03	1	0,03	0,14	0,7216
Plaguicida	0,07	1	0,07	0,29	0,6051
Fertilización*Plaguicida	0,02	1	0,02	0,10	0,7598
Error	2,04	9	0,23		
Total	8,43	15			

Anexo 8.4.3.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fe	16	0,72	0,54	8,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1372,35	6	228,72	3,95	0,0323
Bloques	1136,35	3	378,78	6,55	0,0122
Fertilización	154,38	1	154,38	2,67	0,1368
Plaguicida	68,48	1	68,48	1,18	0,3049
Fertilización*Plaguicida	13,14	1	13,14	0,23	0,6450
Error	520,65	9	57,85		
Total	1893,00	15			

Anexo 8.4.4.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mn	16	0,83	0,71	16,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	204387,50	6	34064,58	7,18	0,0049
Bloques	148592,25	3	49530,75	10,44	0,0027
Fertilización	24964,00	1	24964,00	5,26	0,0475
Plaguicida	25281,00	1	25281,00	5,33	0,0464
Fertilización*Plaguicida	5550,25	1	5550,25	1,17	0,3076
Error	42710,25	9	4745,58		
Total	247097,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=77,91374

Error: 4745,5833 gl: 9

Fertilizacion	Medias	n	
Suelo	383,63	8	A
Foliar	462,63	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=77,91374

Error: 4745,5833 gl: 9

Plaguicida	Medias	n	
CP	383,38	8	A
SP	462,88	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 8. 5. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de análisis foliar en los tratamientos incluyendo el testigo.Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.5.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P	20	0,72	0,56	5,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,2E-03	7	3,1E-044	44	0,0118
Bloques	2,0E-03	3	6,7E-049	73	0,0015
Tratamientos	1,3E-04	4	3,2E-050	47	0,7570
Error	8,3E-04	12	6,9E-05		
Total	3,0E-03	19			

Anexo 8.5.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Si	20	0,76	0,62	15,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,06	7	1,29	5,45	0,0053
Bloques	8,80	3	2,93	12,35	0,0006
Tratamientos	0,25	4	0,06	0,27	0,8943
Error	2,85	12	0,24		
Total	11,91	19			

Anexo 8.5.3.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fe	20	0,56	0,31	9,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1142,23	7	163,18	2,21	0,1084
Bloques	867,45	3	289,15	3,92	0,0366
Tratamientos	274,78	4	68,69	0,93	0,4781
Error	885,02	12	73,75		
Total	2027,25	19			

Anexo 8.5.4.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mn	20	0,82	0,71	15,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	222605,05	7	31800,72	7,68	0,0012
Bloques	151849,35	3	50616,45	12,23	0,0006
Tratamientos	70755,70	4	17688,93	4,27	0,0223
Error	49683,90	12	4140,33		
Total	272288,95	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=77,91374

Error: 4745,5833 gl: 9

Plaguicida	Medias	n	
CP	383,38	8	A
SP	462,88	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=77,91374

Error: 4745,5833 gl: 9

Fertilizacion	Medias	n	
Suelo	383,63	8	A
Foliar	462,63	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 8. 6. Niveles de incidencia totales de enfermedades en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamientos	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
TT	15,38	7,41	4,84	3,67
TT	3,76	2,16	6,47	16,25
TT	4,70	4,03	4,24	9,30
TT	4,23	7,95	3,42	9,38
Promedio	7,02	5,39	4,74	9,65
SS	13,41	5,59	12,84	8,45
SS	9,42	3,85	18,79	8,92
SS	3,73	7,26	2,70	4,13
SS	5,34	10,46	7,76	8,80
Promedio	7,98	6,79	10,52	7,58
SSP	4,48	20,87	6,25	0,00
SSP	6,72	5,07	22,12	14,77
SSP	11,45	4,38	3,77	3,20
SSP	7,59	6,32	11,89	8,62
Promedio	7,56	9,16	11,01	6,65
SF	6,99	6,78	10,61	4,58
SF	7,27	4,19	5,71	14,91
SF	4,17	3,64	6,78	8,82
SF	3,38	6,59	13,48	8,96
Promedio	5,45	5,30	9,14	9,32
SFP	8,90	9,41	11,76	4,63
SFP	5,66	3,36	4,96	13,49
SFP	3,16	6,20	9,84	2,13
SFP	5,13	5,99	4,42	8,53
Promedio	5,71	6,24	7,75	7,19

Anexo 8. 7. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de enfermedades en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.7.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 1	16	0,34	0,00	46,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44,82	6	7,47	0,79	0,6009
Bloques	25,24	3	8,41	0,89	0,4836
Fertilizacion	19,10	1	19,10	2,01	0,1895
Plaguicida	0,02	1	0,02	2,5E-03	0,9609
Fertilizacion*Plaguicida	0,46	1	0,46	0,05	0,8313
Error	85,30	9	9,48		
Total	130,12	15			

Anexo 8.7.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 2	16	0,49	0,15	56,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	130,17	6	21,69	1,42	0,3037
Bloques	97,72	3	32,57	2,14	0,1654
Fertilizacion	19,45	1	19,45	1,28	0,2877
Plaguicida	10,96	1	10,96	0,72	0,4183
Fertilizacion*Plaguicida	2,04	1	2,04	0,13	0,7225
Error	137,07	9	15,23		
Total	267,24	15			

Anexo 8.7.3.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 3	16	0,29	0,00	61,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	130,47	6	21,74	0,62	0,7104
Bloques	104,55	3	34,85	1,00	0,4379
Fertilizacion	21,53	1	21,53	0,62	0,4530
Plaguicida	0,84	1	0,84	0,02	0,8805
Fertilizacion*Plaguicida	3,55	1	3,55	0,10	0,7573
Error	314,93	9	34,99		
Total	445,40	15			

Anexo 8.7.4.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 4	16	0,76	0,59	36,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	215,86	6	35,98	4,64	0,0201
Bloques	199,89	3	66,63	8,60	0,0052
Fertilizacion	5,24	1	5,24	0,68	0,4319
Plaguicida	9,30	1	9,30	1,20	0,3017
Fertilizacion*Plaguicida	1,43	1	1,43	0,18	0,6778
Error	69,73	9	7,75		
Total	285,60	15			

Anexo 8. 8. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de enfermedades en los tratamientos incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.8.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 1	20	0,40	0,05	49,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	89,23	7	12,75	1,13	0,4044
Bloques	69,27	3	23,09	2,05	0,1601
Tratamientos	19,95	4	4,99	0,44	0,7751
Error	134,95	12	11,25		
Total	224,18	19			

Anexo 8.8.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 2	20	0,52	0,24	52,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	153,94	7	21,99	1,84	0,1683
Bloques	114,43	3	38,14	3,19	0,0625
Tratamientos	39,51	4	9,88	0,83	0,5328
Error	143,27	12	11,94		
Total	297,21	19			

Anexo 8.8.3.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 3	20	0,38	0,02	60,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	198,97	7	28,42	1,04	0,4520
Bloques	97,39	3	32,46	1,19	0,3545
Tratamientos	101,58	4	25,40	0,93	0,4780
Error	327,08	12	27,26		
Total	526,05	19			

Anexo 8.8.4.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Muestreo 4	20	0,78	0,65	32,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	293,10	7	41,87	5,95	0,0037
Bloques	264,76	3	88,25	12,55	0,0005
Tratamientos	28,35	4	7,09	1,01	0,4413
Error	84,38	12	7,03		
Total	377,48	19			

Anexo 8. 9. Nivel poblacional de insectos en los diferentes muestreos en la fase reproductiva. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamientos	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3		Muestreo 4	
			Larvas 2	larvas 3	Pupas 3	Larvas 4
TT	0	2	0	0	0	1
TT	0	5	2	0	0	0
TT	0	6	3	1	0	0
TT	0	0	3	12	0	0
Promedio	0	3,3	2	3,3	0,0	0,3
SS	0	5	3	5	1	0
SS	0	13	5	10	2	0
SS	0	9	7	18	0	1
SS	0	5	3	0	0	2
Promedio	0	8	4,5	8,3	0,8	0,8
SSP	0	0	1	0	0	0
SSP	0	0	0	0	0	0
SSP	0	0	3	1	0	2
SSP	0	12	5	16	0	0
Promedio	0	3	2,3	4,3	0	0,5
SF	0	2	0	9	0	1
SF	0	13	3	14	0	2
SF	0	9	2	4	0	2
SF	0	1	4	22	0	0
Promedio	0	6,3	2,3	12,3	0	1,3
SFP	0	0	2	0	0	0
SFP	0	2	0	0	0	1
SFP	0	3	1	0	0	0
SFP	0	7	5	11	0	0
Promedio	0	3	2	2,8	0	0,3

Anexo 8. 10. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de insectos en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.10.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Larvas 2	16	0,40	0,00	95,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	138,88	6	23,15	0,98	0,4891
Fertilizacion	3,06	1	3,06	0,13	0,7268
Plaguicida	68,06	1	68,06	2,89	0,1234
Bloques	64,69	3	21,56	0,92	0,4716
Fertilizacion*Plaguicida	3,06	1	3,06	0,13	0,7268
Error	212,06	9	23,56		
Total	350,94	15			

Anexo 8.10.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
larvas 316	0,54	0,23	66,39	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,00	6	5,83	1,75	0,2161
Fertilizacion	6,25	1	6,25	1,88	0,2041
Plaguicida	6,25	1	6,25	1,88	0,2041
Bloques	18,50	3	6,17	1,85	0,2084
Fertilizacion*Plaguicida	4,00	1	4,00	1,20	0,3018
Error	30,00	9	3,33		
Total	65,00	15			

Anexo 8.10.3.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Pupas 3	16	0,46	0,10	103,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	388,00	6	64,67	1,27	0,3600
Fertilización	6,25	1	6,25	0,12	0,7345
Plaguicida	182,25	1	182,25	3,57	0,0915
Bloques	169,25	3	56,42	1,10	0,3968
Fertilización*Plaguicida	30,25	1	30,25	0,59	0,4613
Error	459,75	9	51,08		
Total	847,75	15			

Anexo 8.10.4.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Larvas 4	16	0,54	0,23	255,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,38	6	0,40	1,73	0,2212
Fertilizacion	0,56	1	0,56	2,45	0,1516
Plaguicida	0,56	1	0,56	2,45	0,1516
Bloques	0,69	3	0,23	1,00	0,4363
Fertilizacion*Plaguicida	0,56	1	0,56	2,45	0,1516
Error	2,06	9	0,23		
Total	4,44	15			

Anexo 8.10.5.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pupas 4	16	0,38	0,00	128,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,38	6	0,73	0,93	0,5177
Fertilizacion	0,06	1	0,06	0,08	0,7842
Plaguicida	1,56	1	1,56	1,99	0,1918
Bloques	2,19	3	0,73	0,93	0,4655
Fertilizacion*Plaguicida	0,56	1	0,56	0,72	0,4191
Error	7,06	9	0,78		
Total	11,44	15			

Anexo 8. 11. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de incidencia de insectos en los tratamientos incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.11.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Larvas 2	20	0,38	0,03	94,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	147,70	7	21,10	1,07	0,4369
Bloques	63,00	3	21,00	1,07	0,4001
Tratamientos	84,70	4	21,18	1,07	0,4115
Error	236,50	12	19,71		
Total	384,20	19			

Anexo 8.11.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
larvas 3	20	0,57	0,32	62,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41,50	7	5,93	2,27	0,1011
Bloques	23,20	3	7,73	2,96	0,0748
Tratamientos	18,30	4	4,58	1,75	0,2029
Error	31,30	12	2,61		
Total	72,80	19			

Anexo 8.11.3.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Pupas 3	20	0,52	0,24	102,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	518,15	7	74,02	1,87	0,1622
Bloques	257,35	3	85,78	2,17	0,1446
Tratamientos	260,80	4	65,20	1,65	0,2258
Error	474,40	12	39,53		
Total	992,55	19			

Anexo 8.11.4.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Larvas 4	20	0,52	0,23	285,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,35	7	0,34	1,83	0,1705
Bloques	0,55	3	0,18	1,00	0,4262
Tratamientos	1,80	4	0,45	2,45	0,1024
Error	2,20	12	0,18		
Total	4,55	19			

Anexo 8.11.5.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Pupas 4	20	0,31	0,00	142,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,00	7	0,57	0,78	0,6167
Bloques	1,20	3	0,40	0,55	0,6605
Tratamientos	2,80	4	0,70	0,95	0,4667
Error	8,80	12	0,73		
Total	12,80	19			

Anexo 8. 12. Población de plantas en el cultivo de arroz var CR4477. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamientos	Tallos efectivos (0,5m)	Tallos totales (0,5m)	Tallos/m
SFP	284	292	584
SFP	194	195	390
SFP	188	188	376
SFP	207	218	436
Promedio	218,25	223,25	446,5
SSP	198	200	400
SSP	190	193	386
SSP	185	202	404
SSP	228	238	476
Promedio	200,25	208,25	416,5
SF	228	229	458
SF	221	221	442
SF	214	214	428
SF	230	252	504
Promedio	223,25	229	458
SS	272	287	574
SS	226	229	458
SS	201	210	420
SS	206	232	464
Promedio	226,25	239,5	479
TT	214	217	434
TT	217	219	438
TT	179	196	392
TT	234	245	490
Promedio	211	219,25	438,5

Anexo 8. 13. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de población de plantas en los tratamientos con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.13.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tallos efectivos	16	0,57	0,28	11,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6820,50	6	1136,75	1,98	0,1718
Bloque	5193,50	3	1731,17	3,01	0,0869
Fertilización	225,00	1	225,00	0,39	0,5470
Plaguicida	961,00	1	961,00	1,67	0,2281
Fertilización*Plaguicida	441,00	1	441,00	0,77	0,4038
Error	5171,50	9	574,61		
Total	11992,00	15			

Anexo 8.13.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tallos totales	16	0,58	0,29	11,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8165,50	6	1360,92	2,04	0,1617
Bloque	6126,00	3	2042,00	3,06	0,0841
Fertilización	20,25	1	20,25	0,03	0,8655
Plaguicida	1369,00	1	1369,00	2,05	0,1858
Fertilización*Plaguicida	650,25	1	650,25	0,97	0,3493
Error	6004,50	9	667,17		
Total	14170,00	15			

Anexo 8.13.3.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tallos/m	16	0,58	0,29	11,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32662,00	6	5443,67	2,04	0,1617
Bloque	24504,00	3	8168,00	3,06	0,0841
Fertilización	81,00	1	81,00	0,03	0,8655
Plaguicida	5476,00	1	5476,00	2,05	0,1858
Fertilización*Plaguicida	2601,00	1	2601,00	0,97	0,3493
Error	24018,00	9	2668,67		
Total	56680,00	15			

Anexo 8. 14. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de población de plantas en los tratamientos incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.14.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tallos efectivos	20	0,53	0,26	10,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7316,20	7	1045,17	1,96	0,1455
Tratamientos	1742,20	4	435,55	0,82	0,5379
Bloque	5574,00	3	1858,00	3,49	0,0500
Error	6389,00	12	532,42		
Total	13705,20	19			

Anexo 8.14.1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tallos totales	20	0,54	0,28	10,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8408,65	7	1201,24	2,04	0,1332
Tratamientos	2145,30	4	536,33	0,91	0,4891
Bloque	6263,35	3	2087,78	3,54	0,0482
Error	7075,90	12	589,66		
Total	15484,55	19			

Anexo 8.14.2.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tallos/m²	20	0,54	0,28	10,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33634,60	7	4804,94	2,04	0,1332
Tratamientos	8581,20	4	2145,30	0,91	0,4891
Bloque	25053,40	3	8351,13	3,54	0,0482
Error	28303,60	12	2358,63		
Total	61938,20	19			

Anexo 8. 15. Cantidad y longitud de clasificación de panículas. Finca La Vega. San Carlos. 2010.

Tratamiento	SFP	SFP	SFP	SFP	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Cantidad de plantas	69	83	71	89	78
Longitud de panícula (cm)	26,05	26,73	26,35	26,34	26,37
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Cantidad de plantas	135	91	100	86	103
Longitud de panícula (cm)	22,77	23,06	23,12	23,12	23,02
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Cantidad de plantas	80	20	17	32	37,25
Longitud de panícula (cm)	15,94	16,86	17,38	16,52	16,67
Tratamiento	SSP	SSP	SSP	SSP	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Cantidad de plantas	87	64	69	120	85
Longitud de panícula (cm)	26,57	26,2	26,33	26,53	26,41
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Cantidad de plantas	86	81	94	81	85,5
Longitud de panícula (cm)	23,08	22,7	22,71	22,91	22,85
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Cantidad de plantas	25	45	22	27	29,75
Longitud de panícula (cm)	16,65	17,02	18,21	15,73	16,9
Tratamiento	SS	SS	SS	SS	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Cantidad de plantas	125	113	111	67	104
Longitud de panícula (cm)	27	26,88	27	26,54	26,86
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Cantidad de plantas	98	75	64	104	85,25
Longitud de panícula (cm)	23,04	23,1	23,07	23,05	23,07
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Cantidad de plantas	49	38	26	35	37
Longitud de panícula (cm)	16,76	14,99	16,9	16,76	16,35
Tratamiento	SF	SF	SF	SF	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Cantidad de plantas	102	103	64	83	88
Longitud de panícula (cm)	26,51	26,52	26,21	26,47	26,43
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Cantidad de plantas	100	95	106	112	103,25
Longitud de panícula (cm)	23,03	22,95	23,04	22,89	22,98
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Cantidad de plantas	26	23	44	36	32,25
Longitud de panícula (cm)	17,37	17,71	16,29	17,01	17,09
Tratamiento	TT	TT	TT	TT	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Cantidad de plantas	71	72	92	98	83,25
Longitud de panícula (cm)	26,5	26,6	26,49	26,43	26,5
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Cantidad de plantas	92	105	65	94	89
Longitud de panícula (cm)	22,63	23,06	23,05	22,88	22,91
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Cantidad de plantas	51	40	22	42	38,75
Longitud de panícula (cm)	16,37	17,44	17,63	15,94	16,85

Anexo 8. 16. Análisis estadísticos de cantidad y longitud de clasificación en panículas en cada categoría según en tratamiento en el cultivo de arroz. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.16.1.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 1	Cantidad de plantas	20	0,26	0,00	24,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1865,15	7	266,45	0,59	0,7526
Bloque	317,35	3	105,78	0,23	0,8707
Tratamientos	1547,80	4	386,95	0,86	0,5166
Error	5417,40	12	451,45		
Total	7282,55	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=47,89153

Error: 451,4500 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
SFP	78,00	4	A
TT	83,25	4	A
SSP	85,00	4	A
SF	88,00	4	A
SS	104,00	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo 8.16.2.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 1	Longitud de panícula	20	0,58	0,33	0,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,67	7	0,10	2,32	0,0957
Bloque	0,05	3	0,02	0,38	0,7689
Tratamientos	0,63	4	0,16	3,78	0,0327
Error	0,50	12	0,04		
Total	1,17	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45903

Error: 0,0415 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
SFP	26,37	4	A
SSP	26,41	4	A B
SF	26,43	4	A B
TT	26,51	4	A B
SS	26,86	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo 8.16.3.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 2	Cantidad de plantas	20	0,42	0,09	16,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2123,90	7	303,41	1,25	0,3481
Bloque	775,20	3	258,40	1,07	0,3991
Tratamientos	1348,70	4	337,18	1,39	0,2942
Error	2903,30	12	241,94		
Total	5027,20	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=35,05978

Error: 241,9417 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
SS	85,25	4	A
SSP	85,50	4	A
TT	89,00	4	A
SFP	103,00	4	A
SF	103,25	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo 8.16.4.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 2	Longitud de panícula	20	0,32	0,00	0,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	7	0,02	0,80	0,6031
Bloque	0,02	3	0,01	0,28	0,8387
Tratamientos	0,12	4	0,03	1,19	0,3650
Error	0,30	12	0,03		
Total	0,44	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35647

Error: 0,0250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
SSP	22,85	4	A
TT	22,91	4	A
SF	22,98	4	A
SFP	23,02	4	A
SS	23,07	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo 8.16.5.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 3	Cantidad de plantas	20	0,31	0,00	43,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1265,40	7	180,77	0,76	0,6279
Bloque	1032,40	3	344,13	1,45	0,2766
Tratamientos	233,00	4	58,25	0,25	0,9067
Error	2842,60	12	236,88		
Total	4108,00	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=34,69135

Error: 236,8833 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
SSP	29,75	4	A
SF	32,25	4	A
SS	37,00	4	A
SFP	37,25	4	A
TT	38,75	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 8.16.6.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 3	Longitud de panícula	20	0,31	0,00	4,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,39	7	0,48	0,75	0,6347
Bloque	2,15	3	0,72	1,11	0,3827
Tratamientos	1,25	4	0,31	0,48	0,7468
Error	7,72	12	0,64		
Total	11,12	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,80830

Error: 0,6436 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
SS	16,35	4	A
SFP	16,68	4	A
TT	16,85	4	A
SSP	16,90	4	A
SF	17,10	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 8. 17. Porcentaje de Granos llenos y vanos clasificados de acuerdo a las categorías y el peso de 1000 granos de acuerdo a cada categoría. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamiento	SFP	SFP	SFP	SFP	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Granos llenos	81,25	82,7	85,37	79,09	82,11
Granos vanos	18,75	17,3	14,63	20,91	17,90
Peso	17,55	25,36	23,26	20,88	21,76
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Granos llenos	90,41	92,77	85,42	90,98	89,90
Granos vanos	9,59	7,23	14,58	9,02	10,11
Peso	26,54	27,28	28,12	25,74	26,92
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Granos llenos	90,78	93,98	92,12	88,44	91,33
Granos vanos	9,21	6,02	7,88	11,56	8,67
Peso	29,62	28,48	28,88	28,18	28,79
Tratamiento	SS	SS	SS	SS	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Granos llenos	70,27	70,8	84,03	68,63	73,43
Granos vanos	29,73	29,2	15,97	31,37	26,57
Peso	17,46	19,84	22,46	21,84	20,4
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Granos llenos	82,52	83,91	87,69	78,72	83,21
Granos vanos	17,48	16,09	12,31	21,28	16,79
Peso	25,06	27,64	26,82	21,1	25,15
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Granos llenos	87,11	89,79	88,71	89,31	88,73
Granos vanos	12,89	10,21	11,29	10,69	11,27
Peso	26,74	27,3	28,12	28,62	27,70,
Tratamiento	SF	SF	SF	SF	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Granos llenos	68,38	74,39	73,84	76,7	73,33
Granos vanos	31,62	25,61	26,16	23,3	26,67
Peso	21	21,68	27,6	24,48	23,69
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Granos llenos	89,07	89,43	81,84	77,93	84,57
Granos vanos	10,93	10,57	18,16	22,07	15,43
Peso	26	28,72	30,06	27,66	28,11
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Granos llenos	91,93	82,89	79,89	87,93	85,66
Granos vanos	8,07	17,11	20,11	12,07	14,34
Peso	27,4	29,14	29,08	31,34	29,24
Tratamiento	SSP	SSP	SSP	SSP	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Granos llenos	76,79	83,03	70,14	71,01	75,24
Granos vanos	23,21	16,97	29,86	28,89	24,73
Peso	22,4	23,2	24,15	20,2	22,49
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Granos llenos	89,08	86,08	86,57	80,48	85,55
Granos vanos	10,92	13,92	13,43	19,52	14,45
Peso	28,8	24,8	26,94	25,66	26,55
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Granos llenos	89,32	94,74	93,64	87,91	91,41
Granos vanos	10,68	5,26	6,36	12,09	8,60
Peso	28	28,2	32,64	27,08	28,98

Anexo 8.17. Porcentaje de Granos llenos y vanos clasificados de acuerdo a las categorías y el peso de 1000 granos de acuerdo a cada categoría. Finca La Vega, San Carlos.2010.Continuación.

Tratamiento	TT	TT	TT	TT	Promedio
Categorías	Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1	
Granos llenos	84	71,37	65,84	73,85	73,76
Granos vanos	16	28,63	34,16	26,15	26,24
Peso	26,28	20,7	21,64	22,14	22,69
Categorías	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2	
Granos llenos	90,17	84,2	76,36	88,94	84,92
Granos vanos	9,83	15,8	23,64	11,06	15,08
Peso	28,38	26,82	27,08	27,38	27,42
Categorías	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	
Granos llenos	96,25	91,77	84,34	84,12	89,12
Granos vanos	3,75	8,23	15,66	15,88	10,88
Peso	28,14	28	29,26	28,78	28,54

Anexo 8. 18. Análisis estadísticos de porcentaje de granos llenos y vanos y su respectivo peso de cada categoría según en tratamiento en el cultivo de arroz var CR4477. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Anexo 8.18.1.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 1	Ganos llenos (%)	20	0,34	0,00	8,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	243,17	7	34,74	0,89	0,5450
Bloques	20,62	3	6,87	0,18	0,9109
Tratamientos	222,55	4	55,64	1,42	0,2861
Error	470,05	12	39,17		
Total	713,22	19			

Anexo 8.18.2.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 1	Granos vanos (%)	20	0,34	0,00	25,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	242,76	7	34,68	0,89	0,5453
Bloques	20,28	3	6,76	0,17	0,9128
Tratamientos	222,48	4	55,62	1,42	0,2858
Error	469,56	12	39,13		
Total	712,32	19			

Anexo 8.18.3.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 1	Pesos (gr)	20	0,36	0,00	11,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45,45	7	6,49	0,96	0,5012
Bloques	21,55	3	7,18	1,06	0,4025
Tratamientos	23,90	4	5,97	0,88	0,5040
Error	81,38	12	6,78		
Total	126,83	19			

Anexo 8.18.4.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 2	Ganos llenos (%)	20	0,46	0,15	5,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	196,39	7	28,06	1,47	0,2674
Bloques	93,64	3	31,21	1,63	0,2344
Tratamientos	102,76	4	25,69	1,34	0,3105
Error	229,71	12	19,14		
Total	426,10	19			

Anexo 8.18.5.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 2	Granos vanos (%)	20	0,46	0,15	30,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	196,39	7	28,06	1,47	0,2674
Bloques	93,64	3	31,21	1,63	0,2344
Tratamientos	102,76	4	25,69	1,34	0,3105
Error	229,71	12	19,14		
Total	426,10	19			

Anexo 8.18.6.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 2	Pesos (gr)	20	0,49	0,20	6,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,30	7	4,76	1,68	0,2053
Bloques	13,81	3	4,60	1,62	0,2357
Tratamientos	19,49	4	4,87	1,72	0,2101
Error	34,00	12	2,83		
Total	67,29	19			

Anexo 8.18.7.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 3	Ganos llenos (%)	20	0,42	0,09	4,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	140,81	7	20,12	1,26	0,3466
Bloques	52,27	3	17,42	1,09	0,3910
Tratamientos	88,54	4	22,14	1,38	0,2972
Error	191,93	12	15,99		
Total	332,75	19			

Anexo 8.18.8.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 3	Granos vanos (%)	20	0,42	0,09	37,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	140,89	7	20,13	1,26	0,3461
Bloques	52,31	3	17,44	1,09	0,3906
Tratamientos	88,58	4	22,15	1,38	0,2969
Error	191,89	12	15,99		
Total	332,78	19			

Anexo 8.18.9.

Análisis de la varianza

Categorías	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cat 3	Pesos (gr)	20	0,37	0,00	4,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,34	7	1,91	1,00	0,4786
Bloques	7,74	3	2,58	1,35	0,3053
Tratamientos	5,60	4	1,40	0,73	0,5877
Error	22,96	12	1,91		
Total	36,30	19			

Anexo 8. 19. Resultados de la producción de arroz en granza (g/6,4m² y t/ha) para cada uno de los tratamientos. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Tratamiento	Peso 6,4m ²	T/ha
SFP	4098.2	6.4
SFP	5198.8	8.1
SFP	5507.2	8.6
SFP	4522.7	7.1
Promedio	4831.7	7.5
SSP	4224.9	6.6
SSP	5187.0	8.1
SSP	4855.7	7.6
SSP	3842.3	6.0
Promedio	4527.5	7.1
SS	4489.3	7.0
SS	4325.0	6.8
SS	4684.9	7.3
SS	4440.6	6.9
Promedio	4484.9	7.0
SF	3507.1	5.5
SF	4370.4	6.8
SF	4348.9	6.8
SF	4201.1	6.6
Promedio	4106.9	6.4
TT	4400.5	6.9
TT	4746.1	7.4
TT	5163.3	8.1
TT	4348.8	6.8
Promedio	4664.7	7.3

Anexo 8. 20. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de rendimiento en cada tratamiento con la exclusión del testigo. Finca La Vega, San Carlos.2010.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso 6,4m2	16	0,71	0,51	8,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3861808,54	6	643634,76	3,60	0,0420
Bloque	2394980,11	3	798326,70	4,47	0,0350
Fertilización	7538,58	1	7538,58	0,04	0,8419
Plaguicidas	815002,70	1	815002,70	4,56	0,0615
Fertilización*Plaguicidas	644287,16	1	644287,16	3,60	0,0901
Error	1608761,02	9	178751,22		
Total	5470569,56	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=478,18259

Error: 178751,2245 gl: 9

Fertilizacion	Medias	n	
Foliar	5258,01	8	A
Suelo	5301,43	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=478,18259

Error: 178751,2245 gl: 9

Plaguicidas	Medias	n	
SP	5054,03	8	A
CP	5505,41	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 8. 21. Resultados de los análisis estadísticos en la variable de rendimiento en cada tratamiento incluyendo el testigo. Finca La Vega, San Carlos. 2010.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso 6,4m2	20	0,72	0,56	7,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4492862,06	7	641837,44	4,52	0,0111
Bloque	2887414,05	3	962471,35	6,78	0,0063
Tratamiento	1605448,01	4	401362,00	2,83	0,0729
Error	1704342,65	12	142028,55		
Total	6197204,71	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=849,45767

Error: 142028,5540 gl: 12

Tratamiento	Medias	n		
SF	4831,65	4	A	
SS	5276,40	4	A	B
SSP	5326,45	4	A	B
TT	5487,85	4	A	B
SFP	5684,38	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 8. 22. Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento testigo (TT). CONARROZ. 2010

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
CONDICIONES INICIALES DE H Y S		39,03 SACOS H Y S	PRECIO VIGENTE (MEIC) ¢24.315,00			
KILOGRAMOS RECIBIDOS (I)	7.288,55	158,45 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (H)	22,1	2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
IMPUREZA (I)	5,4	COMPONENTES DE RENDIMIENTO		ANÁLISIS DE LABORATORIO	PRECIO POR CADA PUNTO %	
HUMEDAD ANÁLISIS	12,12	RENDIMIENTO ENTERO	48,2000	RESULTADOS (%)	47,3247	
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	REND. QUEBRADO GRUESO	12,6200	AJUSTE A S y L	12,3908	
FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)		RENDIMIENTO PUNTILLA	3,5800		3,5150	
FACTOR DE CONVERSIÓN	0,859395	RENDIMIENTO SEMOLINA	13,4200		13,1763	
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%		VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%	1,0184958282	MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
SACOS SECOS Y LIMPIOS	85,16015	RENDIMIENTO ENTERO	¢18.658,38			
BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC		REND. QUEBRADO GRUESO	¢2.442,62			
BASE HUMEDAD % (H)	13,000	RENDIMIENTO PUNTILLA	¢346,46			
BASE IMPUREZ % (I)	1,500	RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.298,73			
3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE				
FACTORES DE CALIDAD	GRADOS DE CALIDAD				RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TÉCNICA
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	5,15	4
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0,03	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	2,88	3
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (N°)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	394,26	0	394,26	788,53		
DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		GRADO DE CALIDAD OBTENIDO				PRECIO TOTAL
¢21.958		GRADO 4				¢1.869.918

Anexo 8. 23. Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio al suelo (SS). CONARROZ. 2010

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
CONDICIONES INICIALES DE H Y S		35,21 SACOS H Y S	PRECIO VIGENTE (MEIC) ¢24.315,00			
KILOGRAMOS RECIBIDOS (I)	7.007,72	152,34 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (H)	21,78	2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
IMPUREZA (I)	7,35	COMPONENTES DE RENDIMIENTO		ANÁLISIS DE LABORATORIO	PRECIO POR CADA PUNTO %	
HUMEDAD ANÁLISIS	12,5	RENDIMIENTO ENTERO	48,6800	RESULTADOS (%)	47,7304	
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0	REND. QUEBRADO GRUESO	11,8000	AJUSTE A S y L	11,5638	
FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)		RENDIMIENTO PUNTILLA	3,6000		3,5298	
FACTOR DE CONVERSIÓN	0,84568	RENDIMIENTO SEMOLINA	13,6500		13,3837	
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%		VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%	1,0198961433	MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
SACOS SECOS Y LIMPIOS	80,52054	RENDIMIENTO ENTERO	¢18.818,32			
BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC		REND. QUEBRADO GRUESO	¢2.280,77			
BASE HUMEDAD % (H)	13,000	RENDIMIENTO PUNTILLA	¢347,91			
BASE IMPUREZ % (I)	1,500	RENDIMIENTO SEMOLINA	¢1.319,18			
3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE				
FACTORES DE CALIDAD	GRADOS DE CALIDAD				RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TÉCNICA
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	4,5	4
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	2,7	3
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (N°)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	394,26	0	394,26	788,53		
DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		GRADO DE CALIDAD OBTENIDO				PRECIO TOTAL
¢21.978		GRADO 4				¢1.769.653

Anexo 8. 24. Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio al suelo con plaguicidas (SSP). CONARROZ. 2010.

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACION PARA LA VALORACION DEL ARROZ EN GRANZA				
CONDICIONES INICIALES DE H Y S		36,12 SACOS H Y S	PRECIO VIGENTE (MEIC) €24.315,00			
KILOGRAMOS RECIBIDOS (I)	7.074,19	153,79 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (Hi)	21,65	2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
IMPUREZA (Ii)	5,28	ANALISIS DE LABORATORIO				
HUMEDAD ANALISIS	12,8	RESULTADOS (%)	PRECIO POR CADA PUNTO (%)			
IMPUREZA DE ANALISIS	0	RENDIMIENTO ENTERO	51,2300			
FACTOR CONVERSION (H y S a S y L) (FC)		REND. QUEBRADO GRUESO	11,9000			
FACTOR DE CONVERSION	0,86601	RENDIMIENTO PUNTILLA	3,5300			
FACTOR DE AJUSTE A 13% 15%		RENDIMIENTO SEMOLINA	13,1000			
FACTOR DE AJUSTE A 13% 15%	1,0175622848	VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
SACOS SECOS Y LIMPIOS	83,23847	MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC		RENDIMIENTO ENTERO	€19.849,50			
BASE HUMEDAD % (H)	13,000	REND. QUEBRADO GRUESO	€2.305,38			
BASE IMPUREZ % (I)	1,500	RENDIMIENTO PUNTILLA	€341,93			
		RENDIMIENTO SEMOLINA	€1.268,93			
		VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE	€23.766			
3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		GRADO DE CALIDAD OBTENIDO GRADO 4				
FACTORES DE CALIDAD	GRADOS DE CALIDAD				RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TECNICA
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	5,63	4
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	2,33	3
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	394,26	0	394,26	788,53		
DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		€22.977		PRECIO TOTAL		€1.912.588

Anexo 8. 25. Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio foliar (SF). CONARROZ. 2010.

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACION PARA LA VALORACION DEL ARROZ EN GRANZA				
CONDICIONES INICIALES DE H Y S		87,19 SACOS H Y S	PRECIO VIGENTE (MEIC) €24.315,00			
KILOGRAMOS RECIBIDOS (I)	6.417,04	133,50 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (Hi)	21,78	2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
IMPUREZA (Ii)	7,68	ANALISIS DE LABORATORIO				
HUMEDAD ANALISIS	12,38	RESULTADOS (%)	PRECIO POR CADA PUNTO (%)			
IMPUREZA DE ANALISIS	0	RENDIMIENTO ENTERO	49,8300			
FACTOR CONVERSION (H y S a S y L) (FC)		REND. QUEBRADO GRUESO	12,2500			
FACTOR DE CONVERSION	0,84267	RENDIMIENTO PUNTILLA	3,7000			
FACTOR DE AJUSTE A 13% 15%		RENDIMIENTO SEMOLINA	13,8500			
FACTOR DE AJUSTE A 13% 15%	1,0154618122	VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
SACOS SECOS Y LIMPIOS	73,47085	MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC		RENDIMIENTO ENTERO	€19.347,00			
BASE HUMEDAD % (H)	13,000	REND. QUEBRADO GRUESO	€2.378,09			
BASE IMPUREZ % (I)	1,500	RENDIMIENTO PUNTILLA	€359,14			
		RENDIMIENTO SEMOLINA	€1.344,35			
		VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE	€23.429			
3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		GRADO DE CALIDAD OBTENIDO GRADO 4				
FACTORES DE CALIDAD	GRADOS DE CALIDAD				RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TECNICA
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	4,45	4
ROJO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0,025	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	2,18	3
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (Nº)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	394,26	0	394,26	788,53		
DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD		€22.640		PRECIO TOTAL		€1.663.384

Anexo 8. 26. Simulación para el cálculo de precio de arroz en granza para el tratamiento silicio foliar con plaguicidas (SFP). CONARROZ. 2010.

1 HUMEDAD E IMPUREZA		SIMULACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL ARROZ EN GRANZA				
CONDICIONES INICIALES DE H Y S		102,58 SACOS H Y S	PRECIO VIGENTE (MEIC) €24.315,00			
KILOGRAMOS RECIBIDOS (I)	7.549,56	164,12 QUINTALES H Y S				
HUMEDAD (H)	21,35					
IMPUREZA (I)	6,7					
HUMEDAD ANÁLISIS	12,65					
IMPUREZA DE ANÁLISIS	0					
FACTOR CONVERSIÓN (H y S a S y L) (FC)		2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
FACTOR DE CONVERSIÓN	0,85630	ANÁLISIS DE LABORATORIO				
FACTOR DE AJUSTE A 13% 1,5%		RESULTADOS (%)	AJUSTE A S y L			
	1,01931826187		PRECIO POR CADA PUNTO %			
SACOS SECOS Y LIMPIOS		RENDIMIENTO ENTERO	49,7500			
	87,83522	REND. QUEBRADO GRUESO	10,5500			
BASES ESTABLECIDAS POR EL MEIC		RENDIMIENTO PUNTILLA	3,4800			
BASE HUMEDAD % (H)	13,000	RENDIMIENTO SEMOLINA	14,1500			
BASE IMPUREZ % (I)	1,500	VALOR DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
		MONTO A PAGAR POR 73,6 kg S y L	COLONES			
		RENDIMIENTO ENTERO	€19.242,96			
		REND. QUEBRADO GRUESO	€2.040,33			
		RENDIMIENTO PUNTILLA	€336,51			
		RENDIMIENTO SEMOLINA	€1.368,28			
		VALOR DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE	€22.988			
3 FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD						
FACTORES DE CALIDAD	GRADOS DE CALIDAD				RESULTADOS DE LABORATORIO	CALIDAD TÉCNICA
	1. BONIFICACION	2. BASE	3. DESCUENTO	4. DESCUENTO		
MANCHA (%)	0,5	1,5	2,5	4	0	1
YESO (%)	1	2,5	4	7	4,15	4
ROJIZO (%)	0,5	1,5	3	4,5	0	1
DAÑO (%)	1	2	3	4	2,85	3
SEMILLA OBJETABLE Y GDC (N°)	2	10	20	35	0	1
Bonificación o descuento por grado	394,26	0	394,26	788,53		
GRADO DE CALIDAD OBTENIDO		GRADO 4				
DEL SACO S Y L POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y FACTORES Y GRADOS DE CALIDAD					PRECIO TOTAL	
€22.200					€1.949.903	

Anexo 8. 27. Reglamento Técnico RTCR 406:2007. Arroz en Granza. Especificaciones y Métodos de Análisis para la Comercialización e Industrialización (Nº 34487). CONARROZ. 2007.

Términos utilizados:

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

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

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

Anexo 8. 28. Informe de análisis del Laboratorio de Control de Calidad. Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ). 2010.

Tratamientos	Olor del arroz en granza	n (N° insectos/k	Humedad inicial	Humedad de análisis	Impureza inicial	Impureza de análisis	RP (%)	RE(%)	RQG (%)	RPu (%)	RS(%)	GY(%)	GR(%)	GD(%)	GM(%)	SO(N°/500gr)	GDC (N°/500gr)	Grano de calidad
SFP	Normal	0	20,4	12,3	9,8	0	60,8	45,9	11	3,9	14,4	6,8	0	2,9	0	0	0	4
SFP	Normal	0	22	12,9	5,7	0	64,8	48,6	12,3	3,8	13,9	4,3	0	3,7	0	0	0	4
SFP	Normal	0	21,8	12,6	4,5	0	66	53,4	9,6	3	13,4	3,3	0	1,8	0	0	0	3
SFP	Normal	0	21,2	12,8	6,8	0	63,7	51,1	9,3	3,2	14,9	2,2	0	3	0	0	0	4
Promedio		0	21,3	12,6	6,7	0	63,8	49,7	10,5	3,5	14,2	4,2	0	2,8	0	0	0	3,7
SF	Normal	0	22,2	13	5,9	0	64,8	46,4	14	4,4	13,9	6,5	0	3,4	0	0	0	4
SF	Normal	0	21,2	13	4,8	0	64,9	48,2	13,1	3,7	14,4	3,8	0	1,2	0	0	0	3
SF	Normal	0	22,2	13	8,9	0	66,8	50,7	12,4	3,7	14	4,9	0	1,7	0	0	0	4
SF	Normal	0	20,7	12,9	11,1	0	66,5	54	9,5	3	13,1	2,6	0,1	2,4	0	0	0	3
Promedio		0	21,6	12,9	7,6	0	65,7	49,8	12,2	3,7	13,8	4,4	0,02	2,2	0	0	0	3,5
SSP	Normal	0	20,9	12,5	3,2	0	65,8	48,8	13,2	3,8	13,1	8,3	0	2,1	0	0	0	5
SSP	Normal	0	22,4	13	6,2	0	66,6	48	14,6	4	13,9	5,8	0	2,7	0	0	0	4
SSP	Normal	0	22,3	13	6,6	0	67,1	53	10,5	3,6	12,7	5,7	0	2,6	0	0	0	4
SSP	Normal	0	21	12,7	5,1	0	67,1	55,1	9,3	2,7	12,7	2,7	0	1,9	0	0	0	3
Promedio		0	21,6	12,8	5,3	0	66,6	51,3	11,9	3,5	13,1	5,6	0	2,3	0	0	0	4
SS	Normal	0	22,3	12,2	5,4	0	64,8	47,7	13,2	3,9	13,1	5,7	0	1,5	0	0	0	4
SS	Normal	0	22,4	12,9	7,1	0	62,6	46,5	12,6	3,5	14,6	5,6	0	3,4	0	0	0	4
SS	Normal	0	21,3	12,3	9,3	0	65,5	53,4	8,5	3,6	13,5	3,7	0	3,4	0	0	0	4
SS	Normal	0	21,1	13	7,6	0	63,3	47,1	12,9	3,4	13,4	3	0	2,5	0	0	0	3
Promedio		0	21,7	12,6	7,3	0	64,0	48,7	11,8	3,6	13,6	4,5	0	2,7	0	0	0	3,7
TT	Normal	0	21,9	12,9	4,4	0	63,8	45	14,7	4,1	13,2	7,7	0	2,6	0	0	0	5
TT	Normal	0	23,8	12,5	7	0	63,6	47,8	12,3	3,5	13,2	4,5	0	4,1	0	0	0	5
TT	Normal	0	21,3	12,5	4,8	0	65	50,8	10,6	3,7	13,7	4,8	0	2,8	0	0	0	4
TT	Normal	0	21,4	13	5,4	0	65,1	49,2	12,9	3	13,6	3,6	0,1	2	0	0	0	3
Promedio		0	22,1	12,7	5,4	0	64,4	48,2	12,6	3,6	13,4	5,1	0,03	2,8	0	0	0	4,2

Simbología:RP: Rendimiento de pilada; RE: Rendimiento de grano entero; RQG: Rendimiento de grano quebrado grueso; RP: Rendimiento de puntilla; RS: Rendimiento de semolina; GY: Porcentaje de grano yesoso; GR: Porcentaje de grano rojo; GD: Porcentaje de grano dañado; GM: Porcentaje de grano manchado; SO: Semillas objetables;GDC: granos dañados por calor.

Anexo 8. 29. Resultados de los análisis estadísticos para las variables del análisis de calidad molinera con la exclusión del testigo. CONARROZ. 2010.

Anexo 8.29.1

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad inicial	16	0,51	0,18	2,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,54	6	0,59	1,56	0,2624
Bloques	2,53	3	0,84	2,23	0,1538
Fertilizacion	0,25	1	0,25	0,66	0,4368
Plaguicida	0,64	1	0,64	1,70	0,2252
Fertilizacion*Plaguicida	0,12	1	0,12	0,32	0,5829
Error	3,40	9	0,38		
Total	6,94	15			

Anexo 8.29.2

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad de análisis	16	0,58	0,30	1,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,72	6	0,12	2,07	0,1568
Bloques	0,45	3	0,15	2,60	0,1163
Fertilizacion	0,05	1	0,05	0,88	0,3740
Plaguicida	0,14	1	0,14	2,43	0,1534
Fertilizacion*Plaguicida	0,08	1	0,08	1,31	0,2824
Error	0,52	9	0,06		
Total	1,24	15			

Anexo 8.29.3

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Impureza inicial	16	0,23	0,00	35,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,81	6	2,64	0,45	0,8275
Bloques	8,95	3	2,98	0,51	0,6848
Fertilizacion	3,06	1	3,06	0,52	0,4873
Plaguicida	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Fertilizacion*Plaguicida	3,80	1	3,80	0,65	0,4405
Error	52,55	9	5,84		
Total	68,36	15			

Anexo 8.29.4

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RP (%)	16	0,61	0,36	2,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,71	6	4,79	2,38	0,1167
Bloques	11,22	3	3,74	1,86	0,2066
Fertilizacion	1,27	1	1,27	0,63	0,4478
Plaguicida	16,20	1	16,20	8,06	0,0194
Fertilizacion*Plaguicida	0,03	1	0,03	0,02	0,9045
Error	18,08	9	2,01		
Total	46,79	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,60308

Error: 2,0090 gl: 9

Fertilizacion	Medias	n	
Foliar	64,79	8	A
Suelo	65,35	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,60308

Error: 2,0090 gl: 9

Plaguicida	Medias	n	
CP	64,06	8	A
SP	66,08	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,12886

Error: 2,0090 gl: 9

Fertilizacion	Plaguicida	Medias	n	
Foliar	CP	63,83	4	A
Suelo	CP	64,30	4	A
Foliar	SP	65,75	4	A
Suelo	SP	66,40	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 8.29.5

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RE(%)	16	0,70	0,50	4,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99,01	6	16,50	3,46	0,0467
Bloques	90,89	3	30,30	6,36	0,0133
Fertilizacion	0,11	1	0,11	0,02	0,8850
Plaguicida	4,31	1	4,31	0,90	0,3668
Fertilizacion*Plaguicida	3,71	1	3,71	0,78	0,4009
Error	42,91	9	4,77		
Total	141,91	15			

Anexo 8.29.6

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RQG (%)	16	0,66	0,43	12,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,04	6	6,17	2,91	0,0728
Bloques	30,43	3	10,14	4,79	0,0292
Fertilizacion	0,81	1	0,81	0,38	0,5517
Plaguicida	3,24	1	3,24	1,53	0,2475
Fertilizacion*Plaguicida	2,56	1	2,56	1,21	0,3002
Error	19,07	9	2,12		
Total	56,11	15			

Anexo 8.29.7

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RPu (%)	16	0,71	0,51	8,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,99	6	0,33	3,64	0,0407
Bloques	1,89	3	0,63	6,90	0,0104
Fertilizacion	2,5E-03	1	2,5E-03	0,03	0,8721
Plaguicida	0,04	1	0,04	0,44	0,5242
Fertilizacion*Plaguicida	0,06	1	0,06	0,69	0,4290
Error	0,82	9	0,09		
Total	2,81	15			

Anexo 8.29.8

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RS(%)	16	0,57	0,29	4,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,85	6	0,64	2,00	0,1681
Bloques	1,50	3	0,50	1,56	0,2654
Fertilizacion	1,56	1	1,56	4,87	0,0547
Plaguicida	0,72	1	0,72	2,25	0,1677
Fertilizacion*Plaguicida	0,06	1	0,06	0,19	0,6694
Error	2,89	9	0,32		
Total	6,74	15			

Anexo 8.29.9

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GY(%)	16	0,83	0,72	19,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38,33	6	6,39	7,36	0,0045
Bloques	35,76	3	11,92	13,73	0,0010
Fertilizacion	2,33	1	2,33	2,68	0,1362
Plaguicida	0,02	1	0,02	0,02	0,8962
Fertilizacion*Plaguicida	0,23	1	0,23	0,26	0,6225
Error	7,82	9	0,87		
Total	46,14	15			

Anexo 8.29.10

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GR(%)	16	0,40	0,00	400,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,8E-03	6	6,3E-04	1,00	0,4799
Bloques	1,9E-03	3	6,3E-04	1,00	0,4363
Fertilizacion	6,3E-04	1	6,3E-04	1,00	0,3434
Plaguicida	6,3E-04	1	6,3E-04	1,00	0,3434
Fertilizacion*Plaguicida	6,3E-04	1	6,3E-04	1,00	0,3434
Error	0,01	9	6,3E-04		
Total	0,01	15			

Anexo 8.29.11

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GD(%)	16	0,25	0,00	33,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,15	6	0,36	0,49	0,7994
Bloques	0,32	3	0,11	0,15	0,9283
Fertilizacion	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Plaguicida	1,82	1	1,82	2,51	0,1475
Fertilizacion*Plaguicida	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Error	6,53	9	0,73		
Total	8,68	15			

Anexo 8. 30. Resultados de los análisis estadísticos para las variables del análisis de calidad molinera incluyendo el testigo. CONARROZ. 2010.

Anexo 8.30.1

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad inicial	20	0,46	0,15	3,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,48	7	0,78	1,48	0,2633
Bloques	4,26	3	1,42	2,68	0,0941
Tratamientos	1,22	4	0,31	0,58	0,6848
Error	6,36	12	0,53		
Total	11,84	19			

Anexo 8.30.2

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad de análisis	20	0,45	0,14	2,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,66	7	0,09	1,43	0,2802
Bloques	0,31	3	0,10	1,59	0,2438
Tratamientos	0,35	4	0,09	1,31	0,3216
Error	0,79	12	0,07		
Total	1,45	19			

Anexo 8.30.3

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Impureza inicial	20	0,33	0,00	32,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,83	7	3,69	0,85	0,5710
Bloques	6,42	3	2,14	0,49	0,6950
Tratamientos	19,41	4	4,85	1,11	0,3949
Error	52,29	12	4,36		
Total	78,11	19			

Anexo 8.30.4

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RP (%)	20	0,71	0,55	1,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,82	7	5,12	4,28	0,0136
Bloques	12,08	3	4,03	3,36	0,0549
Tratamientos	23,74	4	5,93	4,96	0,0136
Error	14,36	12	1,20		
Total	50,18	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,46596

Error: 1,1969 gl: 12

Tratamientos	Medias	n		
SFP	63,83	4	A	
SS	64,05	4	A	
TT	64,38	4	A	B
SF	65,75	4	A	B
SSP	66,65	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo 8.30.5

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RE (%)	20	0,76	0,62	3,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	127,95	7	18,28	5,34	0,0057
Bloques	105,91	3	35,30	10,32	0,0012
Tratamientos	22,03	4	5,51	1,61	0,2349
Error	41,04	12	3,42		
Total	168,99	19			

Anexo 8.30.6

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RQG (%)	20	0,63	0,42	12,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43,00	7	6,14	2,96	0,0476
Bloques	33,19	3	11,06	5,33	0,0145
Tratamientos	9,81	4	2,45	1,18	0,3674
Error	24,90	12	2,08		
Total	67,90	19			

Anexo 8.30.7

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RPu (%)	20	0,73	0,58	7,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,52	7	0,36	4,74	0,0092
Bloques	2,41	3	0,80	10,56	0,0011
Tratamientos	0,12	4	0,03	0,38	0,8202
Error	0,91	12	0,08		
Total	3,44	19			

Anexo 8.30.8

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RS(%)	20	0,49	0,19	4,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,48	7	0,50	1,62	0,2218
Bloques	0,91	3	0,30	0,99	0,4319
Tratamientos	2,57	4	0,64	2,09	0,1453
Error	3,69	12	0,31		
Total	7,17	19			

Anexo 8.30.9

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GY(%)	20	0,89	0,82	15,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,04	7	7,15	13,71	0,0001
Bloques	44,30	3	14,77	28,33	<0,0001
Tratamientos	5,74	4	1,44	2,75	0,0779
Error	6,26	12	0,52		
Total	56,30	19			

Anexo 8.30.10

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GR(%)	20	0,50	0,21	273,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	1,3E-03	1,71	0,1966
Bloques	0,01	3	2,0E-03	2,67	0,0951
Tratamientos	3,0E-03	4	7,5E-04	1,00	0,4449
Error	0,01	12	7,5E-04		
Total	0,02	19			

Anexo 8.30.11

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GD(%)	20	0,26	0,00	32,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,93	7	0,42	0,59	0,7535
Bloques	1,31	3	0,44	0,62	0,6173
Tratamientos	1,61	4	0,40	0,57	0,6908
Error	8,52	12	0,71		
Total	11,45	19			