

**Efecto de aplicaciones de fuentes de silicio sobre incidencia de enfermedades y componentes de rendimiento de las variedades Fedearroz 174 y Victoria 10 - 39**

**Ángel Horacio Rodríguez Pérez  
Camilo Alberto Ortiz Bohórquez**

**Universidad de los Llanos  
Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales  
Escuela de ciencias agrícolas  
Programa de ingeniería agronómica  
Villavicencio  
2015**

**Efecto de aplicaciones de fuentes de silicio sobre incidencia de enfermedades y componentes de rendimiento de las variedades Fedearroz 174 y Victoria 10 - 39**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo.**

**Director:  
Harold Bastidas  
I.A. MSc.**

**Codirector  
I.A. Álvaro Álvarez Socha**

**Presentado por:  
Ángel Horacio Rodríguez Pérez  
Camilo Alberto Ortiz Bohórquez**

**Universidad de los Llanos  
Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales  
Escuela de ciencias agrícolas  
Programa de ingeniería agronómica  
Villavicencio  
2015**

Los directores y jurados examinadores de este trabajo de pregrado, no serán responsables de las ideas emitidas por los autores del mismo.

Artículo 24, resolución N° 04 de 1994

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Director**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Villavicencio, 2015**

**Personal directivo**

**Oscar Domínguez González**  
**Rector**

**Wilton Oracio Calderón**  
**Vicerrector académico**

**Deiver Giovanni Quintero**  
**Secretario General**

**José Miray Saavedra**  
**Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**

**Jairo Rincón Ariza**  
**Director de Escuela de ingeniería Ciencias Agrícolas**

**Nidya Carmen Carrillo**  
**Director del programa de Ingeniería Agronómica**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de grado en primer lugar a Dios por darme la oportunidad de gozar de salud, entendimiento y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida.*

*A mi primo Yesid ramos y tía Orfelina Díaz por ser mi apoyo incondicional en este proceso de muchas dificultades y tropiezos que hacen parte del diario vivir, les dedico este triunfo.*

*A mi hermana Elizabeth Rodríguez y Andrey Rodríguez por darme apoyo moral en los momentos más difíciles de mi vida.*

*A mis amigos más cercanos por brindarme su amistad y su apoyo durante la carrera, más que amigos compañeros, hermanos y familia.*

*A todos Gracias, y que Dios los bendiga*

*Ángel Horacio Rodríguez Pérez*

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, por darme salud y bienestar para culminar esta nueva etapa.*

*A mis padres José Camilo Ortiz y Abigail Bohórquez quienes me dieron vida, apoyo, educación y amor incondicional; este logro les pertenece.*

*A mi hermana Adriana Victoria Ortiz por ser mi apoyo y compañía para toda la vida.*

*A toda mi familia quien es la columna vertebral de mi vida y cada uno de mis pasos va encaminado a ser una mejor persona para que ellos se sientan orgullosos.*

*A mis amigos y compañeros de esta etapa por su apoyo y lealtad, cada uno de ellos con su compañía apporto para que hoy este alcanzando este logro en mi vida.*

*A todos GRACIAS, y que Dios les bendiga.*

*Camilo Alberto Ortiz Bohórquez.*

## **Agradecimientos**

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos

A La comunidad académica y administrativa de la Universidad de los Llanos, por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales y seguirnos desarrollando como personas integra para contribuir en el desarrollo social y económico de nuestra región.

Al ingeniero agrónomo Harold bastidas por la dirección del presente trabajo, apoyo, dedicación y confianza brindada en este proceso.

A los jurados Édgar Alejo y Luis guarín, por apoyar el presenta trabajo.

Y a todos aquellos que brindaron su apoyo y confianza para la realización de este trabajo de grado.

A todos ellos, sinceras gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUCCION	16
2. JUSTIFICACION	20
3. OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo general	21
3.2 objetivos específicos	21
4. MARCO TEORICO	22
4.1 Origen y distribución del arroz	22
4.2 Taxonomía	22
4.3 Morfología de la planta de arroz	23
4.3.1 Morfología general	23
4.4 Órganos vegetativos	23
4.4.1 Raíz	23
4.4.2 Tallo	24
4.4.3 Hoja	24
4.5 Órganos reproductores	25
4.5.1 Panícula	25
4.5.2 Raquis	25
4.5.3 Espiguilla	26
4.5.4 La flor	26
4.5.5 La semilla	27
4.6 Fases de desarrollo	27
4.6.1 Polinización y fecundación	27
4.6.2 Fases fisiológicas del proceso de crecimiento	28
4.7 Caracteres de rendimiento y productividad	29
4.7.1 Altura de la planta	29
4.7.2 Producción de materia seca	30
4.7.3 Rendimiento	31
4.8 Requerimientos minerales	31
4.9 Características de los suelos	32
5. Preparación del suelo	33
5.1 Densidad de siembra	35
5.2 Silicio	36
5.2.1 Absorción de silicio	37
5.2.2 Incremento de la disponibilidad de sílice	37
5.3 Principales enfermedades del cultivo de arroz	38

5.3.1	añublo del arroz ( <i>Pyricularia grisea</i> )	38
5.3.1.1	sintomatología	39
5.3.1.2	agente causante	39
5.3.1.3	manejo	40
5.3.2	Añublo de la vaina ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	41
5.3.2.1	sintomatología	41
5.3.2.2	agente causal	42
5.3.2.3	manejo	43
5.3.3	escaldado de la hoja	43
5.3.3.1	sintomatología	43
5.3.3.2	epidemiología	44
5.3.4	Helmintosporiosis	44
5.3.4.1	sintomatología	44
6.	Características de Fedearroz 174	45
6.1	Características de victoria 10 – 39	45
7.	Materiales y métodos	46
7.1.1	localización del ensayo	46
7.1.2	preparación del suelo	47
7.1.3	siembra	47
7.1.4	manejo del cultivo	47
7.1.5	insumos	47
7.2	Métodos	48
7.2.1	variable	48
7.2.1.1	variables dependientes	48
7.2.1.2	variables independientes	48
7.2.1.3	variables intervinientes	49
7.2.1.4	datos a tomar	49
7.2.1.5	época de aplicación	49
8.	Diseño experimental	50
9.	Análisis estadístico	52
10.	Resultados y discusión	53
11.	CONCLUSIONES	68
12.	RECOMENDACIONES	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	71
	ANEXOS	76

## Lista de figuras

Figura 1	Variable rendimiento para las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.	54
Figura 2	Variable de enfermedades para las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.	55
Figura 3	Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.	58
Figura 4	Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.	60
Figura 5	Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015	64
Figura 6	Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015	67

## Lista de tablas

Tabla 1	Características agronómicas victoria 10 - 39	46
Tabla 2	Condiciones meteorológicas	46
Tabla 3	Fertilizantes	47
Tabla 4	Tratamientos y variedades	50
Tabla 5	Plano de la distribución en campo de las parcelas y los respectivos tratamientos	51
Tabla 6	Efecto de las aplicaciones de fuentes de silicio sobre la incidencia de algunos componentes vegetativos, altura de planta, peso seco y Macollamiento sobre las variedades Fedearroz 174 y Victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.	53
Tabla 7	Efecto de las aplicaciones de fuentes de silicio sobre la incidencia de algunos componentes vegetativos, altura de planta, peso seco y Macollamiento sobre las variedades Fedearroz 174 y Victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.	54
Tabla 8	Efecto de las aplicaciones de fuentes de silicio sobre la incidencia de enfermedades, Pyricularia, Escaldado, Helminthosporium y Rhizoctonia sobre las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.	55
Tabla 9	Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015	56
Tabla 10	Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.	57
Tabla 11	Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.	59
Tabla 12	Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015	61
Tabla 13	Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015	63

## Lista de anexos

Anexo 1	Resultados estadísticos.	76
Anexo 2	Germinación 8 días después de la siembra	91
Anexo 3	Aplicaciones de tratamientos 20 días después de la siembra	91
Anexo 4	Realización de muestreos del diseño experimental	92
Anexo 5	Realización de muestreos del diseño experimental	92
Anexo 6	Toma de datos de diseño experimental	93
Anexo 7	Toma de datos de diseño experimental	93

## RESUMEN

El arroz es uno de los principales productos que hacen parte de la alimentación de las personas en diferentes regiones del país, donde este es sembrado pese a las grandes problemáticas que han presentado durante los últimos años , cada vez menos personas se arriesgan a sembrar por las inestables condiciones del precio y manejo del cultivo, la siembra de este cultivo en los llanos orientales tiende hacer muy tradicionalista en el manejo de nutrición, plagas y enfermedades de las cuales estas presentan problemáticas serias en la economía para quienes siembran.

El presente trabajo va dirigido a solucionar de cierta manera una parte de la problemática presentada en distintas áreas de siembra en la región,este trabajo experimental se realizó en predios de la Universidad De Los Llanos, Granja Barcelona, localizada en el kilómetro 12 de la vía Villavicencio – Puerto López, en la vereda Barcelona, departamento del Meta (Colombia), con el objetivo de evaluar los Efectos de aplicaciones de fuentes de silicio sobre incidencia de enfermedades y componentes de rendimiento de las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 – 39.

Los tratamientos evaluados en este ensayo arrojaron grande diferencias estadísticas significativas con los tratamientos de cascarilla dos toneladas y una tonelada para las variables de rendimiento e incidencia de enfermedades marcando unos resultados óptimos respecto al testigo evaluado para cada variedad del ensayo, sin embargo dentro del análisis de varianza encontramos que la aplicación de silicio interviene de manera positiva en cada variable, siendo este ensayo recomendable para los planes de nutrición y control fitosanitario.

**Palabras claves:** arroz, plagas y enfermedades, nutrición, control fitosanitario, silicio.

## ABSTRACT

Rice is one of the main products that are part of the diet of people in different regions of the country where this is planted despite the great problems that have arisen over recent years, fewer and fewer people risk by planting unstable price conditions and crop management, the planting of this crop in the eastern plains tend to do very traditional in the management of nutrition, pests and diseases which these have serious problems in the economy to those who sow.

This work is aimed at solving a certain way a part of the problem presented in different planting areas in the region, this experimental work was done in the land, Farm Barcelona, University of the Llanos located at kilometer 12 of the road Villavicencio - Puerto Lopez, in the village of Barcelona, Meta (Colombia), with the objective of evaluating the effects of silicon source applications on disease incidence and yield components of Fedearroz 174 varieties and win 10-39.

The treatments evaluated in this trial yielded significant statistical differences largest treatments scale with two tons and a ton of performance variables and disease incidence marking the best results compared to the control evaluated for each variety trial, however in the analysis of variance found that the silicon implementation involved positively in each variable, and this recommended for nutrition plans and phytosanitary control test.

**Keywords:** rice, pests and diseases, nutrition, phytosanitary control, silicon.

## 1. INTRODUCCIÓN

El arroz *Oryza sativa* es un cereal considerado como alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina. Su grano corresponde al segundo cereal más producido del mundo, después del maíz. Así, el arroz ocupa el tercer lugar a nivel mundial en cuanto a área sembrada de cereales para el consumo humano, después del trigo y el maíz. En el mundo se producen tres variedades o clases de arroz: de grano largo, como el Bastami, el Jazmín y el Della o tailandés; de grano medio, como el Arborio o el arroz dulce americano; y de grano corto, como el Juncar, Bahía, Bomba y Venere. En Colombia el arroz es el tercer producto agrícola en extensión después del café y el maíz, representando el 13% del área cosechada del país. Su producción representa el 11% del volumen de la producción agrícola nacional y en términos de valor, representa el 7,68% de la actividad agrícola y el 3,9% del total agropecuario (MADR, 2010).

Según el DANE y FEDEARROZ (2012), Para el primer semestre de 2012, el área sembrada en arroz mecanizado del país fue 258.551 ha; lo que significó una caída de 12,7% respecto al mismo semestre del 2011; a nivel departamental, Casanare registró la mayor área sembrada con 77.209 ha, representando el 29,9% del total nacional. El área cosechada fue 149.175 ha con un decrecimiento de 3,9% respecto al mismo periodo del año anterior; el departamento del Tolima, presentó la mayor participación del área cosechada con 34,9% que correspondió a 52.017 ha. La producción total de arroz paddy verde fue 799.153 toneladas, lo que representó un descenso de 11%

respecto al primer semestre de 2011. En términos de participación, se destaca el departamento del Tolima con 324.945 toneladas (40,7%).

Las sabanas de los Llanos Orientales, también llamadas Orinoquía Colombiana, ocupan aproximadamente 17 millones de hectáreas; dentro de esta región se encuentra la Altillanura plana, cuya extensión es de 3.4 millones de hectáreas (Cochrane y Sánchez, 1981), contenida en una franja de 60 km de ancho en promedio, que se extiende al sur del Río Meta (Cochrane et al., 1985).

La vegetación nativa comprende, en su mayor parte, gramíneas de escaso valor nutritivo con bajos niveles de productividad (Álvarez y Lascano, 1987). Sus suelos, especialmente los Oxisoles (Tropeptic haplustox isohypertermic), tienen pH de 4.5 y baja disponibilidad (meq/100g) de Ca (0.2), Mg (0.08), K (Bray 2) (0.1) y P (Bray 2), (2 mg/gr) y una saturación de aluminio mayor de 80% (Sanz et al., 1999).

La temperatura media es de 28°C, con una precipitación anual de 2200 mm y una evapotranspiración potencial de 1300 mm, la altitud de esta región es de 150 a 200 msnm (Cochrane y Sánchez, 1981). La época seca se extiende entre Diciembre y Marzo seguida de una época lluviosa, con períodos secos de corta duración – entre 1 y 2 semanas- en Julio o Agosto (Sanz et al., 1999).

Se ha enfatizado a través del tiempo que los suelos Oxisoles, a pesar de ser muy ácidos e infértiles, poseen excelentes características físicas (Sánchez y Salinas, 1981),

sin embargo, experiencias más recientes muestran como ellos son muy frágiles cuando se someten a labranzas. Los suelos de la Altillanura Colombiana no son ajenos a esta circunstancia e inclusive son mucho más susceptibles a degradación, por uso, que otros suelos de sabanas tropicales debido a que son superficiales (en promedio el espesor del Horizonte A, no llega a 25 cm), muy susceptibles a pérdida de estructura, sellamiento superficial y erosión, presentan baja aceptación de lluvias y poca infiltración, son químicamente más pobres y están siendo manejados en forma inadecuada, no acorde con sus potencialidades y limitaciones (Amézquita et al., 2000).

El Si incrementa la producción de granos (Bejarano y Ordóñez, 1999) y mantiene altas acumulaciones de biomasa seca (Tamai y Ma, 2008), así mismo, se afirma que las aplicaciones de Si sustituyen al fungicida en cuanto a la protección contra *Pyricularia* disminuyendo la aplicación de plaguicidas.

Según Primavesi (1984), la alta solubilidad del silicio en clima tropical conduce a la de silicificación de los suelos y degradación de las arcillas. El silicio se pierde en suelos con un pH debajo de 5.5 y el suelo se torna inferior en su capacidad de producir. Los altos contenidos de hierro y aluminio se deben justamente a la hidrólisis de los silicatos de hierro y aluminio, sucediéndose después una reacción de óxidos de hierro + óxidos de aluminio / óxido de silicio mayor que 2.5 proceso de silicificación Conocido como laterización, la cual aumenta en suelos pastoriles periódicamente quemados en lo que los contenidos de materia orgánica y fósforo son bajos.

Se ha demostrado que aplicaciones de silicio reducen la severidad de las enfermedades causadas por los Fito patógenos *Pyricularia oryzae*, *Cercospora janseana*, *Rhynchosporium oryzae*, *Rhizoctonia solani* y decoloración del grano (Complejo fungoso). En un ensayo de laboratorio con concentraciones de silicio de 1.4 Moles/m<sup>3</sup> en soluciones nutritivas se redujo notoriamente la severidad de las enfermedades anteriormente reportadas en las variedades de arroz IR36 e IR50, (Filipinas) (Osuna, 1991).

## 2. JUSTIFICACION

El manejo del cultivo del arroz que se lleva a cabo en la zona de los llanos orientales tiende a ser muy tradicionalista en el manejo de nutrición, plagas y enfermedades de las cuales estas presentan problemáticas serias en la economía de la región, con miras de buscar nuevas alternativas y cambiar esa visión artesanal de los agricultores sobre el manejo e inculcar nuevas soluciones frente a este problema que se ha venido presentando en los últimos años, decidimos realizar nuestro trabajo en la parte investigativa, ya que no existen trabajos actualizados sobre silicio; según Arcos,(2007) este elemento forma parte de numerosos vegetales, principalmente para cumplir funciones estructurales o para aumentar la resistencia de las mismas, además se conoce que en la mayoría de las plantas la sílice se toma del medio como un componente inerte y luego se concentra en ciertas zonas específicas, incluso puede participar en el metabolismo y conformación de compuestos orgánicos. Además es de suma importancia tener en cuenta que a través de los años las plagas y enfermedades van evolucionando, por lo tanto hay que plantear nuevos usos y alternativas pertinentes frente al cultivo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Evaluar el efecto de aplicaciones de fuentes de silicio sobre incidencia de enfermedades y componentes de rendimiento de las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 - 39

#### **3.2 ESPECIFICOS**

- 2.2.1 Evaluar cascarilla de arroz incinerada en dosis de 1 a 2 ton/Ha y fuentes químicas como silicatos de K.
- 2.2.2 Evaluar porcentaje de vaneamiento, número de granos por panícula, porcentaje de panículas efectivas, número de panículas por unidad de área.
- 2.2.3 Cuantificar la incidencia de enfermedades en cada variedad, respecto a las aplicaciones con fuentes de silicio.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Origen y distribución del arroz

El origen del arroz ha sido largamente debatido. Este cultivo es tan antiguo que el lugar y el momento exacto de su origen tal vez nunca sean conocidos. Lo que si es cierto que el arroz ha alimentado más personas que cualquier otro cultivo a través de los tiempos. Los estudios arqueológicos muestran que *Oryzae sativa*, la especie asiática de arroz cultivado, se originó hace mucho tiempo. Las excavaciones en Hasthinapura han revelado que el arroz ya existía 1000 años Antes de nuestra era. En el Norte de la India. El arroz descubierto en las ruinas de Yangshao, China, supuestamente es de 2600 años antes de nuestra era, de forma similar el arroz con cáscara encontrado en Hemudú, China Central, se estima que tiene entre 6000 y 7000 años de antigüedad. (Abraham y Suárez 2008).

### 4.2. TAXONOMIA

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arroz

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
<b>División</b>	Espermatophyta
<b>Subdivisión</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Monocotiledónea
<b>Orden</b>	Glumiflora
<b>Familia</b>	Gramínea
<b>Subfamilia</b>	Panicoideas
<b>Tribu</b>	<i>Oryzae</i>
<b>Subtribu</b>	Oryzineas
<b>Genero</b>	<i>Oryza</i>
<b>Especie</b>	<i>Oryza sativa</i>

(Angladette, 1969; González, 1985; Porter, 1959)

### **4.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE ARROZ**

El conocimiento de la planta de arroz (*Oryza sativa L.*) y en particular de su morfología, es básico en la investigación porque en él se basan tanto la diferenciación de variedades como los estudios de fisiología y mejoramiento (CIAT, 2010).

#### **4.3.1. MORFOLOGÍA GENERAL**

El arroz es una gramínea semestral, de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, de hojas de lámina plana, unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4 m (enanas) hasta 7.0 m (flotantes), (Tascón, 1988).

Los órganos de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos:

Órganos Vegetativos: Raíces, Tallos y Hojas.

Órganos Reproductores: Flores y Semillas.

### **4.4. ORGANOS VEGETATIVOS**

#### **4.4.1. RAIZ**

Durante su desarrollo, la planta de arroz emite dos clases de raíces: las seminales (temporales) y las adventicias (permanentes).

Las raíces seminales, son poco ramificadas, viven un corto tiempo después de la germinación, y son reemplazados por las raíces adventicias, Las raíces adventicias brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes; en el arroz flotante brotan de los nudos del tallo que está sumergido en el agua, y en algunos casos, también de los nudos aéreos (CIAT, 2010).

#### **4.4.2. TALLO**

Se compone de nudos e internudos, en orden alterno. Lleva una hoja y un capullo que pueden desarrollarse para constituir un vástago o retoño. El entrenudo maduro es hueco y finamente estriado (Berlinjn, Salinas y Figueroa, 1993).

La altura de la planta de arroz es una función del número y la longitud de los entrenudos, tanto la longitud como el número de los entrenudos, son caracteres varietales definidos y pueden variar por efecto del ambiente, pero en condiciones semejantes, tienen valores constantes. La altura del tallo se mide desde el nivel del suelo hasta la base de la panícula que es el nudo ciliar. La altura de la planta incluye la panícula (Tascón y García, 1985).

#### **4.4.3. HOJA**

Las hojas de la planta de arroz se encuentran distribuidas alternadamente a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de los hijos se denomina prófalo, no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aquilladas. Los bordes del prófalo aseguran por el dorso los hijos jóvenes al tallo. (Tascón y García, 1985).

La lámina o parte expandida de la hoja está fijada al nudo por la vaina foliar, la vaina foliar es la parte inferior de la hoja que se origina del nudo y encierra al entrenudo por arriba de ella, el estandarte es la hoja más alta debajo de la panícula, las aurículas están a cada lado de la base de la lámina como pequeños apéndices pares y en forma

de orejas, la lígula es una estructura triangular de textura semejante al papel justo por arriba de las aurículas (Datta, 1986).

## **4.5. ORGANOS REPRODUCTORES**

### **4.5.1. PANÍCULA**

Las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia compuesta denominada panícula, la panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, llamado nudo ciliar o base de la panícula, generalmente tiene la forma de un arco ciliado. El nudo ciliar carece de hojas y yemas, pero allí pueden originarse la primera o hasta cuatro primeras ramificaciones de la panícula y se toma como referencia para medir la longitud del tallo y de la panícula, las panículas pueden clasificarse en abiertas, cerradas o intermedias, según el ángulo que formen las ramificaciones al salir del eje de la panícula (Johnson, 1981).

### **4.5.2. RAQUIS**

El raquis o eje principal de la panícula es hueco, y de sus nudos nacen las ramificaciones. Las protuberancias en la base del raquis se denominan pulvínulos paniculares. (García, 1988).

En cada nudo del eje principal nacen, individualmente o por parejas, ramificaciones secundarias de donde brotan las espiguillas.

Tanto el peso como el número de espiguillas por panícula cambian según la variedad y el desarrollo de cada planta o hijo (Montealegre y Sánchez, 1993).

### **4.5.3. ESPIGUILLA**

La espiguilla es una inflorescencia y está unida a las ramificaciones por el pedicelo. La espiguilla del género *Oryza* se compone de tres flores, pero sólo una es fértil y se desarrolla. El nervio central del lema, llamado quilla, puede ser liso o pubescente. La arista, una prolongación de la quilla, es una formación filiforme ubicada con el ápice de la lema, y puede ser corta o larga influenciado por el ambiente. (Johnson, 1981).

Una espiguilla consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo. La raquilla es el eje pequeño entre las glumas rudimentarias (las lemmas estériles) y el flósculo comprende la lemma, la palea y la flor encerrada (Datta, 1986).

### **4.5.4. LA FLOR**

La flor propiamente dicha se compone de los lodículos, dos cuerpos carnosos colocados en la base de las glumas, que representa perianto y cuya función es contribuir a la apertura de las envolturas de la espiguilla. La flor fértil tiene seis estambres, de filamentos largos y anteras muy movibles. El gineceo se forma de un ovario esférico u oblongo, terminado en tres ramas estigmáticas, una de ellas muy pequeña, los otros dos bien desarrollados y cubiertas de papilas. El ovario contiene solo un ovulo, Según la variedad el estigma presenta diferentes colores: blanco, verde pálido, amarillo, púrpura (Leon, 1987)

#### **4.5.5. LA SEMILLA**

El grano de arroz (cariópside) es un ovario maduro, seco indehiscente; consta de cascara formada por la lema y la palea con sus partes asociadas, lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla situado cerca de la lema, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación. Debajo de la lema y la palea hay tres capas de células que constituyen el pericarpio; debajo de estas se encuentran dos capas, el tegumento y la aleurona. Cuando las espiguillas maduran, las glumas fértiles (lema y palea) presentan diferentes colores, según la variedad: color de paja, dorado, surco dorados, manchas oscuras manchas marrones sobre fondo paja, marrón amarillento, rojizo o purpura o negro. Los granos de arroz pueden clasificarse según su longitud (Campis y Jorge, 2005).

#### **4.6. FASES DE DESARROLLO**

##### **4.6.1. Polinización y fecundación**

El arroz se auto poliniza notablemente, los flósculos se abren en un número de 900 a 1.500, dependiendo de la variedad y el clima. Se abren temprano en los días despejados y tarde en los días nublados y húmedos. Los estambres se alargan y las anteras salen de las glumas en floración conforme se dispersa el polen. Los granos de polen caen sobre el pistilo, una estructura emplumada, a través del cual se extiende hacia el ovario el tubo polínico de los granos en proceso de germinación (Datta, 1986).

La polinización va seguida por la unión (fecundación) de una espora hembra o núcleo de esperma, para formar el embrión diploide. Mientras tanto, en el saco embrionario, la unión de un segundo núcleo de esperma con dos núcleos polares, produce el endospermo triploide. El grano de arroz se desarrolla después que se completa la polinización y la fecundación (Berlinjn, Salinas y Figueroa, 1993).

#### **4.6.2. Fases fisiológicas del proceso de crecimiento**

Según Berlinjn (1993) el ciclo completo de vida de las plantas de arroz puede dividirse en las siguientes fases:

- **Fase Vegetativa, básica o activa.** Tiene una duración de 25 - 65 días, para la mayoría de las variedades.
- **Fase Vegetativa Retardada.** De la fase vegetativa básica al comienzo de la formación de las panojas; varía considerablemente, de acuerdo con la longitud del día en las variedades estacionales.
- **Fase Reproductiva.** Va del comienzo de formación de las panojas a la floración, tiene una duración de unos 35 días, sea cual fuere la variedad.
- **Fase de Maduración:** de la floración o la maduración, va de 25 - 35 días, sea cual fuere la variedad.

El desarrollo de la planta de arroz puede dividirse en tres fases:

- La fase vegetativa, que va de la germinación hasta el inicio de la formación de la panícula.

- La fase reproductiva, que va del inicio de la formación de la panícula a la floración.
- Una fase de maduración, que va de la floración a la madurez completa. (Datta, 1986).

#### **4.7. Caracteres del rendimiento y productividad**

EL mejoramiento busca dar a los materiales cultivados ciertas características que permitan a los productores manejar estos de una manera eficiente y que las pérdidas se minimicen de forma considerable garantizando una buena productividad.

##### **4.7.1. Altura de la planta**

Las variedades enanas alcanzan una altura de 1,0 m, las semi-enanas crecen hasta 1,3 m y las variedades altas llegan a tener hasta 1,5 m de altura, estas últimas se vuelcan fácilmente cuando se les fertiliza con nitrógeno. La altura baja y la dureza del tallo son cualidades esenciales en variedades de altos rendimientos ya que minimizan el volcamiento; por otro lado las variedades altas son más competitivas con las malezas y más aptas para áreas de secano. El rendimiento y la respuesta al nitrógeno de las variedades de arroz, están a menudo correlacionados inversamente con la altura de la planta. La altura de la planta es también un criterio importante para determinar el ataque de barrenadores, el efecto de enfermedades virales y el daño de roedores. (CIAT, 1985).

Desde la década del 80´ que en América se cultivan las variedades de arroz semi-enanas que poseen el gen que reducen la altura de planta y fortalece el tallo de la

panoja. Las variedades que no poseen el gen vuelcan antes de la cosecha cuando hay vientos fuertes y sobre todo cuando se han empelado altos insumos en fertilizantes nitrogenados (Olmos Sofía, 2007).

#### **4.7.2. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA**

La producción de materia seca en la planta de arroz puede ser dividida en dos épocas:

Antes de la Floración, Las sustancias producidas se almacenan en las hojas, raíces y los tallos. Después de la floración. Un 90% de la materia seca total acumulada en el grano se produce después de la floración, el 10% restante procede de los tallos y de las hojas donde se acumuló antes de la floración. La materia seca producida durante este período, tiene una estrecha correlación con el rendimiento en granos, la cantidad de materia seca producida depende de la variedad, de la disponibilidad de nutrimentos y también está influenciada por los factores ambientales; pero el patrón de acumulación es similar en todas las variedades de arroz (Tascon, Eugenio, García y Elías, 1985).

### **4.7.3. RENDIMIENTO**

Hay cuatro componentes o factores que contribuyen significativamente al rendimiento del arroz en grano:

1. El número de panículas por unidad de área.
2. El número de espiguillas o granos por panícula.
3. El porcentaje de granos llenos.
4. El peso de granos llenos.

Cada componente se determina o establece en diferentes etapas del crecimiento de la planta; así, el número de panículas se determina durante la fase vegetativa, el número de espiguillas durante la fase reproductiva, y el porcentaje de granos llenos y el peso de grano durante la fase de maduración (CIAT, 1986).

### **4.8. REQUERIMIENTOS MINERALES**

La cantidad de nutrimentos removidos del suelo por las plantas de arroz depende de la cantidad de materia seca producida (Kg/Ha) y su contenido de nutrimentos, lo que a su vez varía según el contenido de nutrimentos del suelo disponibles para la planta.

Específicamente en lo que respecta a absorción de nutrimentos, variedades modernas de alta producción (un promedio de 5 Ton/Ha de grano) en general pueden remover del suelo 110 Kg N, 34 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 156 Kg K<sub>2</sub>O, 23 Kg MgO, 20 Kg CaO, 5 Kg S, 2 Kg Fe, 2 Kg Mn, 200 gr Zn, 150 gr Cu, 150 gr B, 250 Kg Si y 25 Kg de Cl por hectárea. La extracción de Si y K<sub>2</sub>O particularmente alta en las panículas y paja que se saca de la

plantación al momento de la cosecha. Sin embargo, si solo se remueve el grano y la paja es devuelta e incorporada de nuevo al suelo, la extracción de Si y  $K_2O$  se reduce considerablemente, aunque cantidades significantes de N y  $P_2O_5$  sean removidos (Rodríguez, 1999).

#### **4.9. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS**

El suelo es un cuerpo natural formado por sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que cubre la superficie de la tierra, ocupa un espacio, y se caracteriza por poseer horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia, o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural (Surve y Staff 2006).

En volumen, la fase sólida ocupa aproximadamente el 50% del total, mientras que las fases gaseosa y líquida se reparten el resto del espacio disponible. La fase sólida del suelo proviene de la descomposición de las rocas y de los residuos vegetales, y es relativamente estable en cuanto a su composición y organización. Dicha estabilidad suele servir para la caracterización de un suelo, las fases gaseosa y líquida son más variables, la solución del suelo está sometida a cambios debidos a procesos de evaporación, absorción por las raíces, lluvia, riego, (Jordan, 2006).

A pesar de la variedad de suelos presentes en la Orinoquia, a causa de la diversidad de condiciones ambientales y factores físicos, estos tienen características comunes

que afectan seriamente su capacidad de uso. Si bien los suelos tienen en general propiedades físicas buenas, el nivel de fertilidad es muy bajo como lo demuestra la pobreza en materia orgánica y en nutriente para las plantas, así como acidez marcada. La presencia de aluminio en cantidades tóxicas y la carencia total de minerales fácilmente intemperizables ricos en los elementos requeridos por la vegetación. (Riveros, 1983)

Los suelos oxisoles están presentes en cualquier RHS desde arídico a perúdico o ácuico aunque su presencia en climas arídicos sugiere que allí han ocurrido grandes cambios climáticos después que se formaron los suelos, muchos oxisoles son naturalmente extremadamente infértiles por su acidez y la baja actividad de sus arcillas coloides. Hay grandes áreas que tienen una vegetación tan rala que un alto porcentaje de la superficie del suelo está desnudo, incluso a pesar de que la humedad sea abundante durante una larga estación lluviosa; estas áreas permanecen improductivas. Otras sostienen, o pueden sostener, un denso bosque umbrófilo y comúnmente se las cultiva con un sistema de agricultura itinerante (Cabria, dominguez, & calandroni, 2012).

## **5. Preparación del Suelo**

La preparación del suelo es una de las labores más importantes para la siembra de arroz, ya que de ella depende un buen establecimiento de las plantas, así como la mayor o menor dificultad que presenten los trabajos posteriores, tales como el manejo del riego y el control de malezas, el crecimiento y desarrollo de la planta de arroz, se realiza mejor en suelos húmedos o inundados, ya que esta condición permite un buen

suministro de nutrientes y agua, el agua produce en el suelo una serie de cambios químicos que no se presentan en un suelo seco, siendo necesario conocerlos y entenderlos, para tener una mayor eficiencia en la nutrición de la planta de arroz, entre los principales efectos que se tienen, está la disminución de oxígeno en el suelo, lo cual genera un incremento de la población de microorganismos anaerobios que descomponen la Materia Orgánica produciendo gases como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ) que influyen en la disponibilidad de los nutrientes (Díaz y Carbonell, 1985).

La característica más importante que debe tener el suelo es su capacidad de absorción y retención de agua. También hay otras condiciones del suelo que deben considerarse, como las características químicas y físicas, capas duras, profundidad de la capa arable y qué tan erosionable es. Los suelos sembrados en arroz se caracterizan por ser reductores, debido a la presencia de agua en él, para siembras de arroz riego y secano mecanizado en suelos aluviales (Clase I y II), se recomienda suelos de textura franca a franca-arcillosa, con buena retención de humedad, baja permeabilidad, compactación moderada y buena fertilidad. Se debe evitar lotes arenosos, compactados, poco profundos con exceso de elementos tóxicos como aluminio (Al), hierro (Fe) y con severa infestación de malezas nocivas (Corpoica, 1994).

Una labranza constructiva debe conducir a obtener una buena distribución y estabilidad del sistema poroso. Por otro lado, se debe propender porque esa condición

de buena distribución de poros, que se ha creado, sea estable en el tiempo. Esto se consigue mediante la adición de materiales vegetales lignificados los cuales incorporados al suelo en ciclos sucesivos de cultivo impiden que el suelo vuelva a la condición porosa negativa. De esta forma, cuando el suelo no presente ningún tipo de limitante se puede proceder a la siembra directa con la cual los beneficios serán aún mayores (Aristizabal, Baquero, Leal y Diego, 2000).

### **5.1. Densidad de siembra**

Los trabajos de investigación llevados a cabo en la Estación Experimental Portuguesa, con relación a las diferentes variedades comerciales de arroz, revelan que cantidades de semilla en el orden de 120 a 130 kg/ha, son suficientes para el mantenimiento de una buena población en campo. Sin embargo, en vista de la generalización del sistema de siembra al voleo y en atención a ciertas pérdidas de semilla que conlleva esta metodología de trabajo, es recomendable ajustar la cantidad antes mencionada a un máximo de 140 kg/Ha, el uso de densidades de siembra superiores a la señalada trae consigo problemas relacionados con la competencia dentro del cultivo mismo, determinando, al final del ciclo de cultivo, plantas con menor desarrollo, escaso macollamiento y con espigas más cortas que las de una planta normal. Igualmente, las altas densidades de siembra dan lugar a la creación de ambientes favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas y criaderos de plagas, dado el crecimiento tupido que se observa bajo estas condiciones. Por lo demás, resta señalar que este crecimiento profuso limita la eficacia de los agroquímicos, al mismo tiempo que, asociado con una alta fertilización nitrogenada, favorece el volcamiento de plantas en campo (Páez, 1991).

## **5.2. SILICIO**

El silicio (Si) es uno de los dos elementos más abundantes en la corteza terrestre. No obstante, la acción de la meteorización hace que el silicio natural sea insuficiente para desempeñar su papel como nutriente de los cultivos, siendo necesaria una fertilización complementaria. Hasta hace relativamente poco tiempo el Silicio fue considerado un elemento importante, hoy ha sido completamente demostrada su esencialidad. Es reconocido por muchos investigadores el efecto positivo de este elemento sobre el rendimiento del arroz, expresado como incremento en el número de tallos, número de panículas, longitud de la panícula, porcentaje de granos maduros, peso de 100 granos y longitud tanto de la parte aérea como de la raíz (Brady, 1992).

El arroz tiene una capacidad excepcional de acumulación de sílice. Está perfectamente demostrado que las gramíneas y las ciperáceas, acumuladoras de sílice, tienen contenidos de SiO<sub>2</sub> diez veces más elevados que los de las leguminosas y dicotiledóneas (2% vs. 0.2%). El contenido de sílice presente en diferentes partes de la planta (raíz, tallo, hojas, cáscara o vaina) varía entre 2,63 y 13,3%, presentándose en mayor cantidad con respecto a la parte orgánica en la cáscara del grano de arroz (arcos, 2007).

### **5.2.1. Absorción de Silicio**

La absorción de silicio es paralela al aumento de materia seca través de diversas etapas del cultivo. La cantidad empleada de este elemento útil por el cultivo es mayor

que la de los elementos esenciales. Alto contenido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) en los suelos mejora la absorción de otros nutrimentos (CIAT, 1986).

### **5.2.2. Incremento de la disponibilidad de Sílice**

El sílice es tomado en grandes cantidades por la planta de arroz, aunque sus funciones en la fisiología del cultivo no son muy claras; los efectos del sílice han sido relacionados con: resistencia de la planta a enfermedades fungosas, ataque de insectos, mantenimiento de hojas y tallos erectos (resistencia al vuelco), eficiencia en el uso del agua, incremento en los rendimientos del cultivo y translocación del fósforo. La solubilidad de la sílice aumenta con el tiempo cuando el suelo se riega; igualmente, a medida que la materia orgánica es alta, la disponibilidad de la sílice es mayor (Primavesi, 1984).

Si tenemos en cuenta la elevada extracción de este elemento por el cultivo del arroz, el cual es diez veces más que el nitrógeno, y la nula restitución al suelo en los planes de fertilización, es probable que se esté causando un desbalance nutricional con respecto a este elemento. Además, existen otros factores que favorecen una deficiencia de sílice como son: altas concentraciones en el suelo en forma insoluble, la quema de residuos vegetales que aumenta la polimerización de los ácidos silícicos (no disponibles para la planta), la erosión que disminuye los contenidos de materia orgánica, alterando la población de microorganismos que intervienen en su mineralización, afectando también la disponibilidad del sílice (CIAT, 1985).

### **5.3. Principales enfermedades del cultivo del arroz**

El cultivo de arroz en Colombia ha estado limitado por la incidencia de enfermedades. Desde 1968, cuando se introdujo comercialmente la variedad IR-8 ha predominado el uso de variedades de porte bajo, de buena calidad y alto rendimiento. A partir de dicha fecha los programas de mejoramiento han liberado quince variedades, de las cuales seis se cultivan actualmente. Enfermedades como el Añublo (*Pyricularia grisea*), Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y el Escaldado de la hoja (*Rhynchosporium Oryzae*), han motivado el retiro de por lo menos nueve variedades y han creado dificultades de diferente índole a las seis restantes dependiendo de la región donde se siembre (FEDEARROZ, 2000).

#### **5.3.1. Añublo del arroz (*Pyricularia grisea*):**

Esta enfermedad es considerada la de mayor importancia a nivel mundial, debido a que se presenta prácticamente en cualquier región, en gran escala, adaptándose a los más diversos ecosistemas. En regiones donde las condiciones ambientales son favorables, es frecuente observar cultivos de variedades susceptibles en la fase de plántula o Macollamiento totalmente destruidos, el manejo del cultivo afecta el desarrollo de la enfermedad. El añublo es más severo en condiciones de secano que de riego. Las plantas de arroz son receptivas a la enfermedad desde la germinación hasta el máximo Macollamiento y desde la emergencia de la panícula hasta la maduración. Aun durante las etapas de desarrollo vegetativo, las variedades reaccionan en forma diferente a la presencia de inoculo en condiciones semejantes (FEDEARROZ, 2000).

#### 5.3.1.1. Sintomatología

**Hoja:** Lesiones típicamente elípticas, el centro de la lesión comúnmente es gris o blanquecino y el margen es café o color ladrillo. Al inicio las lesiones son pequeños puntos acuosos, blanquecinos, verde pálido o azulados. El envés presenta esporas.

**Vaina y lígula:** Se observa manchas irregulares de color marrón

**Nudos:** Son manchas alrededor de los nudos en forma de anillo que puede producir estrangulamiento de dichos nudos

**Cuello de la panícula:** Se forma inicialmente una mancha de más color pardo grisáceo que rodea la base de la panícula

**Panícula:** Se presentan síntomas de color café en el eje de la panícula. Puede afectar el grano y mancharlo. La mancha presentada en el grano es de color café oscuro.

#### 5.3.1.2 Agente causal

El agente causal del añublo se clasifica en la clase Deuteromicetes, orden Moniliales, familia Mucedinaceae, genero ***Pyricularia***, especie ***Pyricularia grisea***, en 1971 se descubrió, en condiciones de laboratorio, que este hongo tiene capacidad de reproducirse sexualmente siendo clasificado como un Ascomiceto del grupo de los Pirenomicetos identificándose con el nombre de ***Magnaporthe grisea***, este estado sexual no ha sido encontrado en condiciones de campo, el hongo produce en las lesiones conidióforos simples, tabicados y de color parduzco. Estos nacen solitarios o en grupos de tres y en sus extremos llevan las conidias, las cuales son hialinas,

fusiformes y están divididas en forma equidistante por dos septas. Las conidias son diseminadas por el agua y viento produciendo más infecciones. El micelio es tabicado y esponjoso (FEDEARROZ, 2000).

Las condiciones climáticas y el estado nutricional de la planta de arroz afectan notablemente el desarrollo de la enfermedad, el hongo necesita de agua libre (rocío) para su germinación. Periodos largos de lluvia y alta humedad relativa superior al 90% durante 10 horas, las temperaturas entre 24 y 28 grados centígrados y ausencia de brillo solar favorecen el desarrollo del ciclo de la infección, un promedio bajo de temperatura producido por noches frías seguida de días calurosos y humedad relativa alta, vientos suaves y periodos de rocío de 12 a 14 horas son condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad, el hongo sobrevive en los residuos de cosecha y es transmitido en la semilla (FEDEARROZ, 2000).

#### **5.3.1.3. Manejo**

Según FEDEARROZ (2000) las condiciones de manejo son las siguientes:

- El empleo de variedades tolerantes o resistentes al patógeno es el método de control más eficaz, económico y de fácil uso.
- De acuerdo con los resultados de investigación no se deben aplicar cantidades excesivas de nitrógeno o fertilizantes nitrogenados de acción rápida, como sulfato de amonio. Alta densidad de siembra proporciona un microclima de alta humedad favorable para el desarrollo de la enfermedad.

- El arroz bajo condiciones de secano, es más favorable para el desarrollo del añublo que bajo condiciones de riego
- La incidencia y severidad de la enfermedad, es mayor en suelos con baja capacidad de retención de fertilizantes como son los arenosos y de escasa capa arable.

### **5.3.2. Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*)**

Esta enfermedad se considera actualmente una de las principales enfermedades del cultivo en las regiones arroceras del Asia y Estados Unidos. En Colombia en los últimos años la incidencia de la enfermedad ha aumentado y ha ocasionado pérdidas bastantes altas (hasta 40%). En trabajos realizados recientemente en la zona arrocera de Saldaña, se encontró que esta causa pérdidas hasta un 35%, en el peso total de granos por panícula, con el mayor grado de afección de la enfermedad, la enfermedad en el campo suele presentarse en parches irregulares dentro del cultivo (FEDEARROZ, 2000).

#### **5.3.2.1. Sintomatología**

Las lesiones se inician y se observan generalmente cerca del nivel de la lámina de agua. En condiciones favorables (humedad relativa 95% y temperatura 28 – 32 grados centígrados) se desarrolla rápidamente en sentido vertical (hacia la parte superior de la planta) y horizontal (infectando plantas vecinas) llegando a causar la muerte de la mayor parte de los tejidos debilitando los tallos y facilitando el acame de las plantas. El porcentaje de granos estériles aumenta y su peso disminuye, la enfermedad se presenta principalmente en las hojas y sus vainas. Los síntomas iniciales son manchas

de color marrón oscuro y a medida que se van desarrollando va adquiriendo una forma elíptica de color verde con centro blanco grisáceo y márgenes de color café rojizo. Las lesiones pueden juntarse causando la muerte de las hojas, los síntomas se manifiestan generalmente a partir del periodo de máximo Macollamiento hasta la época de maduración del grano, en condiciones de alta humedad relativa y poco brillo solar (FEDEARROZ, 2000).

#### **5.3.2.2. Agente causal**

El añublo de la vaina es causado por el hongo *Rhizoctonia solani*, el cual pertenece al grupo de anastomosis AG-1. Su estado perfecto se conoce como *Thanatophorus cucumeris*. Se ha reportado la existencia de más de siete grupos de anastomosis y más de seis razas fisiológicas del hongo, en su forma asexual, el patógena forma esclerocios. Estos son estructuras de resistencia a condiciones desfavorables. Inicialmente estos son blancos y se van oscureciendo hasta presentarse de color café oscuros. Son de diferentes tamaños, pesos y formas. Los esclerocios son formados superficialmente sobre las lesiones o tejido afectado cayendo al suelo o al agua al alcanzar su madurez. Los esclerocios son la fuente de inóculo para iniciar la enfermedad durante el siguiente ciclo del cultivo, durante los primeros riegos de establecimiento del cultivo, los esclerocios flotan en el agua, se turgen y empieza su proceso de germinación en busca de una planta hospedante. Algunos lo hacen a nivel de la lámina de agua y otros penetran directamente por la raíz, iniciándose el desarrollo de la enfermedad (FEDEARROZ, 2000).

### **5.3.2.3. Manejo**

Según FEDEARROZ (2000) las condiciones de manejo son las siguientes:

- Uso de semilla certificada.
- Racionalice la población de plantas por área
- Realice una nutrición balanceada. Evite exceso de nitrógeno y fósforo.
- Destruya los residuos de cosecha mediante quema física u otros medios y realice rotación de cultivos para disminuir la cantidad de esclerocios.
- Preparaciones de suelos con arado y rotovator disminuyen la cantidad de esclerocios en el suelo y por lo tanto la incidencia y severidad de la enfermedad.

### **5.3.3. Escaldado de la hoja**

El agente causal es el hongo ***Gerlachia oryzae*** (Hashiota & Yokogi) W. Gams (*Rhynchosporium oryzae*). Posee amplia distribución en las zonas arroceras, afectando todas las variedades explotadas comercialmente, pero sobre él no se tienen estimaciones de pérdidas. En su acción reduce buena proporción de la lámina foliar y afecta al grano (INIA, 2004).

#### **5.3.3.1. Sintomatología**

La lesión foliar típica o mancha zonada es conformada por bandas alternas, en forma concéntrica, de colores marrón oscuro y claro, ubicadas en el ápice o bordes de las hojas (Figura XI-7). Al principio las manchas presentan una apariencia húmeda, luego se alargan y desarrollan áreas de color oliva o marrón claro. Las manchas viejas o maduras desaparecen, tornándose de apariencia escaldada, lo cual le confiere el

nombre a la enfermedad. Hay otras manifestaciones que van desde pequeñas lesiones marrón rojizas en la lámina foliar y parches color marrón en la vaina, sin necrosis y márgenes definidos. En la panícula se observa decoloración en el cuello y los granos, además de la esterilidad de las espiguillas (INIA, 2004).

#### **5.3.3.2. Epidemiología**

El patógeno sobrevive en los restos de cosecha y en las semillas de arroz e invade la planta a través de estomas. La alta humedad relativa, temperaturas frescas en la noche y lluvias continuas durante el máximo Macollamiento favorecen el desarrollo del hongo, las altas dosis de nitrógeno también predisponen a la planta. *Echinochloa colonun* es una maleza hospedera del hongo (INIA, 2004).

#### **5.3.4. Helminthosporiosis**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Cochliobolus mirabeanus* y en su estado conidial por el hongo *Helminthosporium oryzae* y puede atacar tanto las plántulas como plantas adultas. Esta enfermedad se asocia con suelos deficientes en nutrientes y también con escasez de humedad (sequía) en el suelo. (INIA, 2004).

##### **5.3.4.1. Sintomatología**

Los síntomas de esta enfermedad se presentan en las hojas y en los granos. Las lesiones en las hojas son manchas circulares u ovaladas de color café oscuro y las manchas en los granos pueden cubrir totalmente la casulla (INIA, 2004).

## 6. CARACTERÍSTICAS DE FEDEARROZ 174

Características de la variedad

**Vigor:** intermedio. El vigor inicial mejora cuando se pre abona

**Macollamiento:** alto macollamiento, con hasta el 90 % de panículas efectivas

**Volcamiento:** la variedad es resistente al volcamiento, sin embargo se debe tener cuidado con las partes bajas de los lotes donde por exceso de agua y de fertilización nitrogenada se puede inducir al volcamiento

**Ciclo:** intermedio

**Sanidad:** tolerante a *Pyricularia* bajo condiciones de baja incidencia

Esta variedad expresa alto potencial de rendimiento, bajo condiciones ambientales favorables (buena oferta hídrica y radiación solar). En condiciones ambientales atípicas, su respuesta se puede afectar (Fedearroz, 2014).

### 6.1. Características de VICTORIA 10 – 39 (Semillano S.A.S)

Es el resultado de dos líneas que hicieron parte de una serie de 1000 materiales de arroz entregados por el “Fondo Latino-americano para Arroz de Riego” en el año 1997, esta variedad fue evaluada y aprobada por el Instituto Colombiano Agropecuario, **ICA**; para ser comercializada y sembrada solamente en la subregión natural de los llanos orientales, tiene un buen comportamiento tanto en riego como en seco, presenta buena calidad industrial y culinaria, y tiene un periodo de 111 días de germinación a cosecha, esta variedad es moderadamente resistente a *Pyricularia Oryzae* tanto en cuello como hoja, también igual comportamiento en cuanto a *Sarocladium Oryzae* y *Rhizoctonia solani* (SEMILLANO, 2014).

**Tabla 1.** Características agronómicas victoria 10 - 39

<b>CARACTERISTICAS AGRONOMICAS</b>	<b>RIEGO</b>	<b>SECANO</b>
Altura de la planta (cm)	98	106
Días a floración	81	81
Días a cosecha	111	111
Longitud de panícula (cm)	25.9	26.7
Longitud del grano (mm)	9.6	9.6
Color del grano	Amarillo Claro	
Desgrane	Normal	
Dormancia (Días)	25 – 30	

Fuente. Semillano S.A.S 2014

## 7. MATERIALES Y METODOS

### 7.1 Materiales

**7.1.1 Localización del ensayo.** El trabajo experimental se realizó en predios de la Universidad De Los Llanos, Granja Barcelona, localizada en el kilómetro 12 de la vía Villavicencio – Puerto López, en la vereda Barcelona, departamento del Meta (Colombia), el área, presenta las siguientes características agroclimáticas:

**Tabla 2.** Condiciones meteorológicas para el ensayo

<b>Condiciones Meteorológicas</b>
<b>Coordenadas: (4°04'33.78"N 73°34'49.50"O)</b>
<b>Altura sobre el nivel del mar: 465 msnm</b>
<b>Precipitación anual: 3250 mm / año</b>
<b>Temperatura media anual: 27 °C.</b>
<b>Humedad relativa: 75%.</b>
<b>Horas brillo solar anual: 4,5 horas.</b>

(Roa V. María y Muñoz M. Javier, 2011)

**7.1.2 Preparación del suelo.** Inicialmente se tomaron muestras del suelo para su análisis correspondiente. La preparación del terreno se realizó con rastra (dos pases), rastrillo (dos pases) y pulidor (un pase).

**7.1.3 Siembra.** Al voleo con una densidad de 200 Kg. por hectárea y se realizó un pase de rastrillo para tapar la semilla.

**7.1.4 Manejo del cultivo.** De manera convencional, el control de plagas, enfermedades y malezas se realizó de acuerdo con el grado de infestación

**7.1.5 Insumos.**

- **Semillas:** certificada de las variedades Fedearroz 67 y Victoria 10-39
- **Fertilizantes:** en la Tabla Nro. (3) se presentan los fertilizantes utilizados para el ensayo:

**Tabla 3. Fertilizantes**

Fuente	Porcentaje de nutrientes que aporta										
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B	Cu	Zn	S	Cl	Mn	Na
Urea	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulpomag	0	0	22	10.8	0	0	0	22	0	0	0
DAP	18	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KCl	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
Bórax	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
Sulfato de zinc	0	0	0	0	0	0	22	11	0	0	0
Sulfato de Mg	0	0	0	33	0	0	0	17	0	0	0

Fuente: (AGROFERCOL LTDA, 2012; ABOCOL S.A, 2004)

- **Herbicidas:** Stampir, Command.
- **Insecticidas:** W12, Insectrina, Sistemín.
- **Fungicidas:** Taspá, Kasumin, Bin – W, Amistar, Validacim, Top sul

- **Coadyuvante:** Inex.

## **7.2 Métodos**

### **7.2.1 Variables.**

#### **7.2.1.1 Variables Dependientes.**

- Rentabilidad.
- Altura de la planta
- Rendimiento:
  - Número de macollas por m<sup>2</sup>.
  - Número de panículas por m<sup>2</sup>.
  - Número espiguillas por panícula.
  - Longitud panícula.
  - Granos por panícula.
  - Granos vanos por panícula.

#### **7.2.1.2 Variables independientes:**

- Fertilizantes empleados.
- Dosis de fertilizante
- Condiciones agroclimáticas de la zona.
- Manejo agronómico del cultivo.

### **7.2.1.3 Variables intervinientes**

Condiciones climáticas

#### **7.2.1.4 Datos a tomar.**

- Macollamiento total (en marcos al azar de 25 x 25 cm.) en cada unidad experimental.
- Altura total (en marcos al azar de 25 x 25 cm) en cada unidad experimental.
- Peso seco (en marcos al azar de 25 x 25 cm.) en cada unidad experimental.
- Longitud de cinco panículas al azar antes de la cosecha en cada unidad experimental.
- Granos llenos y granos vanos de siete panículas al azar antes de la cosecha en cada unidad experimental.
- Rendimiento (tomado en marcos de 3 x 3 m al azar) en cada unidad experimental.
- Tallos totales, espigados y sin espigar, tomando al azar un marco de 25 x 25 cm en cada unidad experimental.
- Peso de 1.000 granos al azar.

#### **7.2.1.5 Época de aplicación**

Las fuentes de silicio se aplicaron 20 días después de la siembra (cascarilla incinerada, Sinmagran, arrocero y llanero).

## 8. Diseño experimental

Con el fin de evaluar la respuesta de estas variedades a los diferentes tratamientos, se empleó un diseño de parcelas divididas con el cual se evaluaron 6 tratamientos en cada variedad que se describe a continuación:

**Tabla 4.** Tratamientos y variedades

No tratamientos	Variedad	Tratamiento
1	F 174	testigo
2	F 174	cascarilla 1 Ton/Ha
3	F 174	cascarilla 2 Ton/Ha
4	F 174	Arrocero 100 Kg/Ha
5	F 174	Llanero 100 Kg/Ha
6	F 174	Sinmagran 100 Kg/Ha

No tratamientos	Variedad	Tratamiento
1	V 10-39	testigo
2	V 10-39	cascarilla 1 Ton/Ha
3	V 10-39	cascarilla 2 Ton/Ha
4	V 10-39	Arrocero 100 Kg/Ha
5	V 10-39	Llanero 100 Kg/Ha
6	V 10-39	Sinmagran 100 Kg/Ha

Estos tratamientos se replicaron dos veces y se distribuyeron al azar, el ensayo se realizó con las siguientes especificaciones:

- El área de la parcela experimental: 16 M<sup>2</sup> (4x4m).
- el total de parcelas experimentales son: (48).
- Área total de 780 M<sup>2</sup>

La distancia entre parcelas experimentales o tratamiento fue de 0.5 m, la distancia entre bloques fue 1 m y entre variedades de 1 metros.

**Tabla 5.** Plano de la distribución en campo de las parcelas y los respectivos tratamientos.

<b>R1</b>	V1	V2	V1	V2
	T1	T5	T2	T3
	T2	T4	T3	T4
	T3	T3	T4	T1
	T4	T2	T5	T2
	T5	T1	T1	T5
	T6	T6	T6	T6
<b>R2</b>	V2	V1	V2	V1
	T3	T2	T5	T1
	T4	T3	T4	T2
	T1	T4	T3	T3
	T2	T5	T2	T4
	T5	T1	T1	T5
	T6	T6	T6	T6

## **9. Análisis Estadístico**

Para cada variable se realizó prueba de análisis de varianza, prueba de comparación de media por el método de Duncan, con un nivel de significancia del 5%, toda la información se colocó en tablas descriptivas.

Se realizaron correlaciones entre variables con la variable rendimiento, determinando relaciones directas e indirectas de influencia y de relación.

## 10. Resultados y discusión

**Tabla 6.** Efecto de las aplicaciones de fuentes de silicio sobre la incidencia de algunos componentes vegetativos, altura de planta, peso seco y macollamiento sobre las variedades Fedearroz 174 y Victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.

<b>VARIEDAD</b>	<b>Altura planta cm</b>	<b>Peso seco gr</b>	<b>Macollamiento</b>	<b>% Vaneamiento</b>
<b>F174</b>	79,04 a	108,44 a	3,38 a	19,06 a
<b>VICT</b>	82,06 b	115,13 a	3,34 a	21,11 a

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5 % según prueba de Duncan.

Para las variables evaluadas peso seco, Macollamiento, Vaneamiento, peso de 1000 granos y panículas efectivas no se observaron diferencias estadísticas entre variedades, no hay efecto tratamiento (Tabla 6 y 7).

Para alturas de plantas se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las dos variedades siendo la variedad Victoria 10 39 más alta que la variedad Fedearroz 174, esto puede ocurrir por efecto de la arquitectura de la variedad y no por efecto tratamiento.

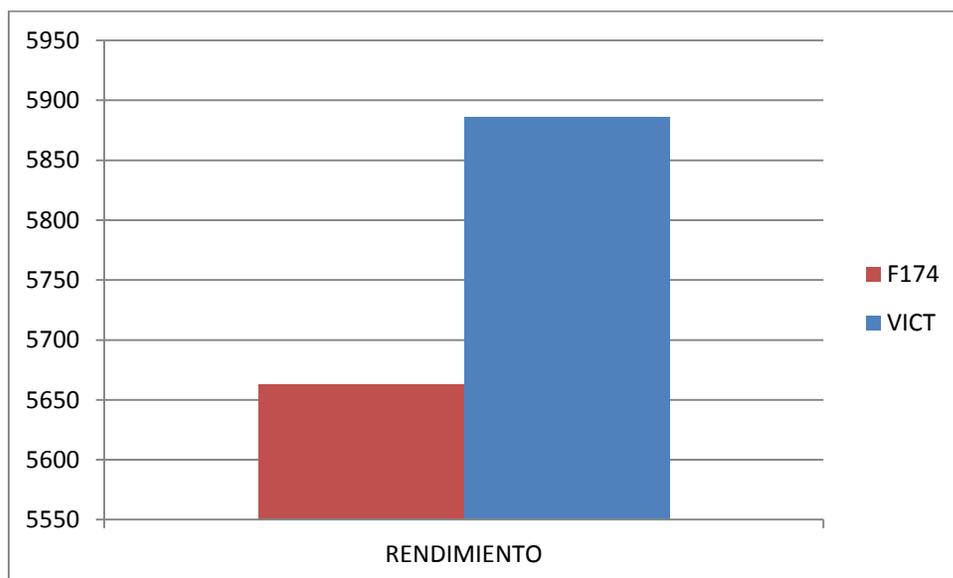
**Tabla 7.** Efecto de las aplicaciones de fuentes de silicio sobre la incidencia de algunos componentes vegetativos, peso de 1000 granos, rendimiento y porcentaje de panículas efectivas sobre las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio meta 2015.

<b>VARIEDAD</b>	<b>Peso de 1000 granos</b>	<b>Rendimiento Kg/ha</b>	<b>% Panículas efectivas</b>
<b>F174</b>	28,78 a	5662,71 a	87,96 a
<b>VICT</b>	28,84 a	5885,91 b	88,05 a

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5 % según prueba de Duncan.

En esta tabla se puede observar que para la variable rendimiento, la variedad victoria 10 39 rindió en promedio 5885,91 Kg /ha superando a la variedad Fedearroz 174 con 5662,71 Kg/ha, presentando diferencias estadísticas significativas. (Figura 1).

**Figura 1.** Variable rendimiento para las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.



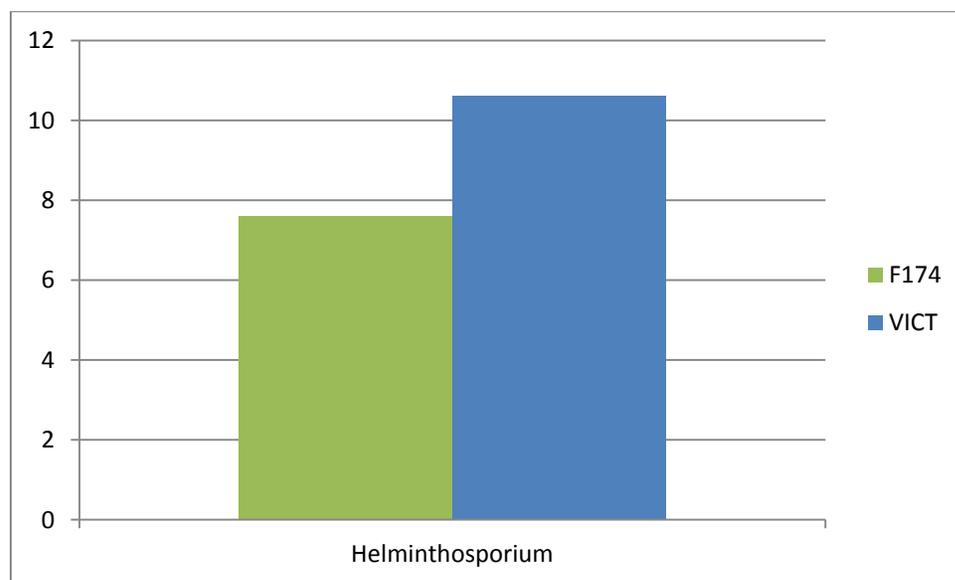
**Tabla 8.** Efecto de las aplicaciones de fuentes de silicio sobre la incidencia de enfermedades, *Pyricularia*, Escaldado, *Helminthosporium* y *Rhizoctonia* sobre las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.

<b>VARIEDAD</b>	<b><i>Pyricularia</i></b>	<b>Escaldado</b>	<b><i>Helminthosporium</i></b>	<b><i>Rhizoctonia</i></b>
<b>F174</b>	7,19 a	15,98 a	7,60 a	9,03 a
<b>VICT</b>	7,92 a	14,86 a	10,62 b	8,29 a

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5 % según prueba de Duncan.

Para las variables evaluadas *Pyricularia*, escaldado y *Rhizoctonia* no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades, la única diferencia que se presento fue que *Helminthosporium* presento mayor incidencia con 10,62 % (Figura 2).

**Figura 2.** Variable de enfermedades para las variedades Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.



**Tabla 9.** Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.

TRATAMIENTOS	Altura de la planta cm	Peso seco grs	Macollamiento	% Vaneamiento
<b>TESTIGO</b>	73,57 a	98,98 a	2,40 a	29,1 c
<b>SINMAGRAN</b>	80,55 b	121,72 b	3,03 b	18,48 a b
<b>ARROCERO</b>	81,10 b c	107,12 a b	2,95 a b	20,02 b
<b>CASCARILLA 1 TON</b>	81,10 b c	111,80 a b	4,30 c	17,6 a b
<b>LLANERO</b>	81,38 b c	108,57 a b	3,20 b	21,55 b
<b>CASCARILLA 2 TON</b>	85,62 c	122,53 b	4,30 c	13,75 a

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significación del 5 % según prueba de Duncan.

En esta tabla se puede observar que el testigo presentó el menor valor de altura de planta con 73,57 cm el cual presentó diferencias estadísticas significativas con el tratamiento de cascarilla de dos toneladas que presentó 85,62 cm de altura de planta. Cabe resaltar que todo el silicio que se aplicó en cada tratamiento, sinmagran, arrocero, cascarilla una tonelada y llanero subió la altura de planta respecto al testigo.

El testigo presentó el menor valor de peso seco con 98,98 gramos el cual presentó diferencias estadísticas significativas con los tratamientos de cascarilla de dos toneladas que presentó 122,53 gramos de peso seco y el tratamiento sinmagran que presentó 121,72 gramos de peso seco.

Para la variable macollamiento el testigo presentó menor valor con 2,40 número de macollas, el cual presentó diferencias estadísticas significativas con los tratamientos de cascarilla de dos toneladas presentando 4,30 número de macollas y cascarilla de una tonelada presentando 4,30 número de macollas. Todo el silicio aplicado en cada

tratamiento, sinmagran, arrocero, y llanero subió el número de macollas porcentaje por unidad de área respecto al testigo.

El porcentaje de Vaneamiento con mayor valor fue el testigo con 29,1 % el cual presento diferencias estadísticas significativas respecto al tratamiento de cascarilla dos toneladas que presento 13,75 %.

**Tabla 10.** Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.

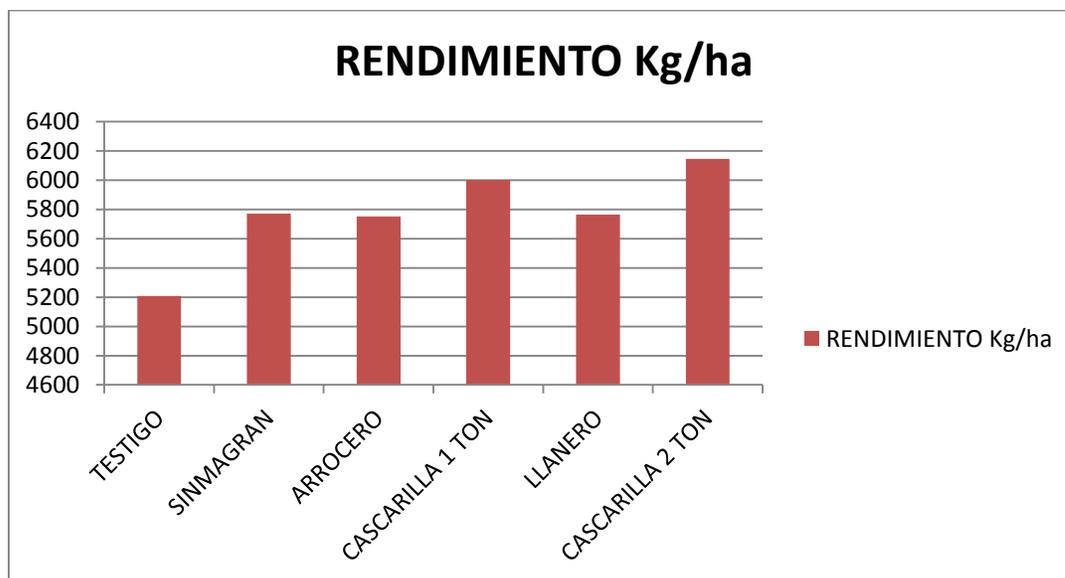
TRATAMIENTOS	Peso de 1000 granos	Rendimiento Kg/ha	% Panículas efectivas
TESTIGO	27,82 a	5208,68 a	80,20 a
SINMAGRAN	28,43 b	5771,99 b	87,58 b
ARROCERO	28,80 b	5752,97 b	89,17 b c
CASCARILLA 1 TON	29,28 c	6001,78 c	91,60 c d
LLANERO	28,65 b	5765,14 b	87,12 b
CASCARILLA 2 TON	29,87 d	6145,30 c	92,35 d

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significación del 5 % según prueba de Duncan.

En esta tabla se puede observar que para la variable peso de mil granos el testigo presento el menor valor con 27,82 gramos presentando diferencias estadísticas significativas, con el tratamiento de cascarilla de dos toneladas que presento 29,87 gramos, cabe resaltar que los demás tratamientos a base de silicio como sinmagran, arrocero, cascarilla una tonelada y llanero intervienen de manera significativa en el peso respecto al testigo.

Para la variable rendimiento el testigo presento el menor valor con 5208,68 kg/ha presentando diferencias estadísticas significativas, con los tratamientos cascarilla de dos toneladas que presento 6145,30 Kg/ha y el tratamiento cascarilla una tonelada que presento 6001,78 Kg/ha (Figura 3).

**Figura 3.** Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.



Para la variable en porcentaje de panículas efectivas el testigo presento el menor valor con 80,20 % presentando diferencias estadísticas significativas con el tratamiento de cascarilla de dos toneladas que presento 92,35 %, para los demás tratamientos como sinmagran, arrocero, cascarilla de una tonelada y llanero, presentaron un nivel mayor de porcentaje respecto al testigo.

**Tabla 11.** Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.

TRATAMIENTOS	<i>Pyricularia</i>	Escaldado	<i>Helminthosporium</i>	<i>Rhizoctonia</i>
TESTIGO	11,98 c	20,17 c	15,38 d	13,90 c
SINMAGRAN	8,12 b	15,62 b	10,88 c	8,60 b
ARROCERO	7,03 b	15,88 b	8,25 a b d	9,33 b
CASCARILLA 1 TON	5,60 a	12,53 a	4,22 a	4,42 a
LLANERO	8,30 b	17,00 b	10,10 b c	10,93 b
CASCARILLA 2 TON	4,32 a	11,33 a	5,83 a b	4,80 a

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significación del 5 % según prueba de Duncan.

En la tabla se puede observar que la variable de enfermedades como *Pyricularia* el tratamiento de mayor valor de incidencia fue el testigo con 11,98 %, presentado diferencias estadísticas significativas con el tratamiento de cascarilla de dos toneladas que presento 4,32 %, para los demás tratamientos como sinmagran, arrocero, cascarilla una tonelada y llanero presentaron un nivel menor respecto al testigo que fue el de mayor incidencia en los tratamientos.

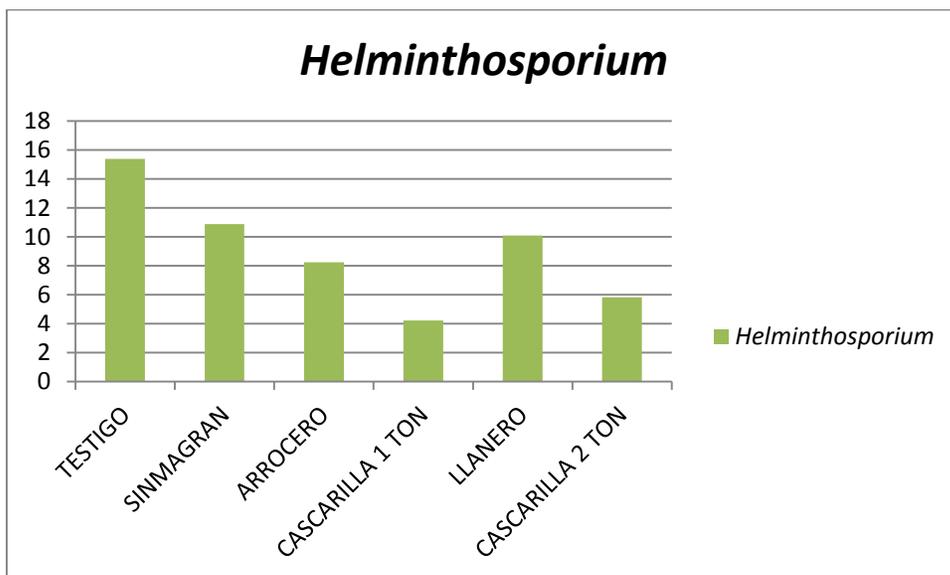
Para la variable escaldado el tratamiento de mayor valor de incidencia fue el testigo con 20,17 % presentando diferencias estadísticas significativas con el tratamiento de cascarilla de dos toneladas que presento 11,33 %, para los demás tratamientos como sinmagran, arrocero, cascarilla una tonelada y llanero estos presentaron un nivel menor respecto al testigo que fue el de mayor incidencia en los tratamientos.

Para la variable *Helminthosporium* el tratamiento de mayor valor de incidencia fue el testigo con 15,38 % presentando diferencias estadísticas significativas con el tratamiento cascarilla de una tonelada que presento 4,22 %, para los demás

tratamientos como sinmagran, arrocero, cascarilla dos toneladas y llanero presentaron un nivel menor respecto al testigo que fue el de mayor incidencia en los tratamientos.

Para la variable Rhizoctonia el tratamiento de mayor valor de incidencia fue el testigo con 13,90 % presentando diferencias estadísticas significativas con el tratamiento de cascarilla de una tonelada que presentó 4,42 %, para los demás tratamientos como sinmagran, arrocero, cascarilla dos toneladas y llanero presentaron un nivel menor respecto al testigo que fue el de mayor incidencia en los tratamientos (Figura 4).

**Figura 4.** Efecto de la aplicación de tratamientos de silicio sobre componentes de rendimiento de arroz. Villavicencio Meta 2015.



**Tabla 12.** Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.

VARIEDAD	Tratamientos	Altura de planta cm	Peso seco grs	Macollamiento	% Vaneamiento
F174	TESTIGO	73,53 a	98,20 a	2,33 a	28,23 c d
VICT	TESTIGO	73,60 a	99,77 a	2,47 a	29,97 d
F174	CASCARILLA 1 TON	77,27 a b	112,60 a b	4,43 d	16,83 a b
VICT	CASCARILLA 1 TON	84,93 c d	111,00 a b	4,17 c d	18,37 a b
F174	ARROCERO	78,60 a b c	104,93 a	2,97 a b	19,87 a b c
VICT	ARROCERO	83,60 b c d	109,30 a b	2,93 a b	20,17 a b c
F174	SINMAGRAN	80,20 a b c d	104,93 a	2,97 a b	15,67 a b
VICT	SINMAGRAN	80,90 b c d	138,50 b	3,10 a b	21,3 b c d
F174	LLANERO	80,20 a b c d	106,53 a b	2,97 a b	21,67 b c d
VICT	LLANERO	82,57 b c d	110,60 a b	3,43 b c	21,43 b c d
F174	CASCARILLA 2 TON	84,47 c d	123,47 a b	4,63 d	12,07 a
VICT	CASCARILLA 2 TON	86,77 d	121,60 a b	3,97 c d	15,43 a b

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significación del 5 % según prueba de Duncan.

Para la variable peso seco se observó que los mejores tratamientos fueron cascarilla de dos toneladas para la variedad Fedearroz 174 que presentó 123,47 gramos y victoria 10,39 que presentó 121,60 gramos, cascarilla de una tonelada para la variedad Fedearroz 174 que presentó 112,60 gramos, cascarilla de una tonelada que presentó 111,00 gramos para la variedad victoria 10 39 presentando ambos tratamientos diferencias estadísticas significativas respecto al testigo de las variedades Fedearroz 174 con 98,20 gramos y victoria 10 39 con 99,77 gramos siendo estos los de menor valor en cada uno de los tratamientos mencionados, cabe resaltar que los demás tratamientos como arrocero, sinmagran y llanero subieron el nivel de peso seco referente al testigo.

Para la variable macollamiento se observó que los mejores tratamientos fueron cascarilla de dos toneladas que presentó 4,63 número de macollas para la variedad

Fedearroz 174 y cascarilla de una tonelada que presento 4,43 número de macollas para la variedad Fedearroz 174 presentando diferencias estadísticas significativas respecto al testigo que presento 2,33 número de macollas para la variedad Fedearroz 174 en las dos repeticiones del ensayo.

Para la variedad victoria 10 39 observamos que los mejores tratamientos fueron cascarilla de una toneladas con 4,17 número de macollas y cascarilla de dos toneladas con 3,97 número de macollas presentando diferencias estadísticas significativas con el testigo de la variedad presentando un menor valor de 2,47 número de macollas respecto a las dos repeticiones del ensayo.

En la variedad Fedearroz 174 se observo que el tratamiento cascarilla dos toneladas se expreso mejor con 12,07 % presentando diferencias significativas con el testigo que presento 28,23 %.

Para la variedad Victoria 10 39 se observo que el tratamiento cascarilla dos toneladas se expreso mejor con 15,43 % presentando diferencias significativas con el testigo que presento 29,97 %.

**Tabla 13.** Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.

VARIEDAD	Tratamientos	Peso de 1000 granos	Rendimiento Kg/ha	% Panículas efectivas
F174	TESTIGO	27,70 a	5266,47 a b	81,87 a
VICT	TESTIGO	27,93 a b	5150,90 a	78,53 a
F174	CASCARILLA 1 TON	29,13 d e	5963,30 e	90,77 b c d
VICT	CASCARILLA 1 TON	29,43 e f	6040,27 e f	92,43 c d
F174	ARROCERO	28,83 c d e	5645,93 c d	88,80 b c
VICT	ARROCERO	28,77 c d e	5860,00 d e	89,53 b c d
F174	SINMAGRAN	28,37 a b c	5544,44 b c	88,30 b c
VICT	SINMAGRAN	28,50 b c d	5999,53 e f	86,87 b
F174	LLANERO	28,80 c d e	5529,60 b c	86,83 b
VICT	LLANERO	28,50 b c d	6000,67 e f	87,40 b
F174	CASCARILLA 2 TON	29,83 f	6026,50 e f	91,17 b c d
VICT	CASCARILLA 2 TON	29,90 f	6264,09 f	93,53 d

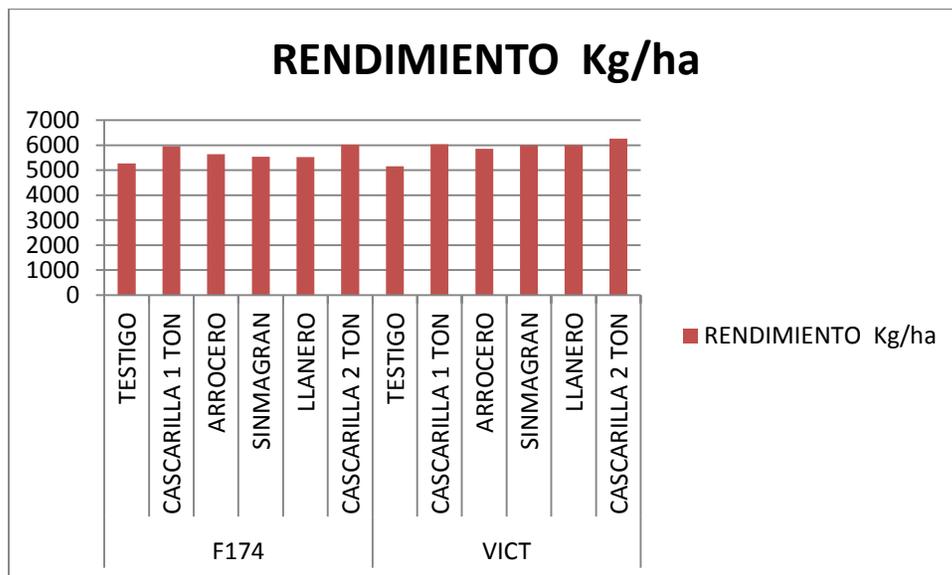
Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significación del 5 % según prueba de Duncan.

Para la variable peso de 1000 granos los mejores tratamientos fueron cascarilla de dos toneladas que presento 29,90 gramos de la variedad victoria 10 39, cascarilla de dos toneladas que presento 29,83 gramos para la variedad Fedearroz 174, cascarilla de una tonelada que presento 29,43 gramos presentando diferencias estadísticas significativas con el testigo con 27,70 gramos de la variedad Fedearroz 174 y victoria 10 39 con 27,93 gramos para las dos repeticiones del ensayo.

Para la variable rendimiento los tratamientos cascarilla de dos toneladas de la variedad victoria 10 39 con 6264, 09 Kg/ha, cascarilla de una tonelada de la variedad victoria 10 39 con 6040,27 Kg/ha, cascarilla de dos toneladas con 6026,50 Kg/ha de la variedad Fedearroz 174, llanero de la variedad victoria 10 39 con 6000,67 Kg/ha presentaron diferencias estadísticas significativas con el testigo que presento 5150,15

Kg/ha para la variedad Fedearroz 174 y victoria 10 39 que presento 5266,47 Kg/ha para las dos repeticiones del ensayo. (Figura 5).

**Figura 5.** Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.



Para la variable porcentaje de panículas efectivas los tratamientos con mejores resultados fueron cascarilla de dos toneladas con 93,53 % de la variedad victoria 10 39, cascarilla de una tonelada con 92,43 % de la variedad victoria 10 39, cascarilla de dos toneladas con 91,17 % de la variedad Fedearroz 174, cascarilla una tonelada con 90,77 % para la variedad Fedearroz 174 presentando diferencias significativas con el testigo que presento 78,53 % para la variedad victoria 10 39 y Fedearroz 174 presento 81,87 % para las dos repeticiones del ensayo.

**Tabla 14.** Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz, Fedearroz 174 y Victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.

VARIEDAD	TRATAMIENTOS	<i>Pyricularia</i>	Escaldado	<i>Helminthosporium</i>	<i>Rhizoctonia</i>
F174	TESTIGO	11,17 e	20,53 f	15,23 d e	13,27 e f
VICT	TESTIGO	12,80 e	19,80 e f	15,53 e	14,53 f
F174	CASCARILLA 1 TON	5,10 a b	12,83 a b c	4,17 a b	6,00 a b c d
VICT	CASCARILLA 1 TON	6,10 a b c	12,23 a b	4,27 a b	2,83 a
F174	ARROCERO	6,57 b c d	16,23 d	6,00 a b c	8,67 c d
VICT	ARROCERO	7,50 c d	15,53 c d	10,50 b c d e	10,00 d e
F174	SINMAGRAN	7,50 c d	17,03 d e	8,63 a b c d	7,67 b c d
VICT	SINMAGRAN	8,73 d	14,20 b c d	13,13 d e	9,53 d e
F174	LLANERO	8,63 d	17,20 d e	8,73 a b c d	13,27 e f
VICT	LLANERO	7,97 c d	16,80 d e	11,47 c d e	8,60 c d
F174	CASCARILLA 2 TON	4,20 a	12,07 a b	2,83 a	5,33 a b c
VICT	CASCARILLA 2 TON	4,43 a b	10,60 a	8,83 a b c d	4,27 a b

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significación del 5 % según prueba de Duncan.

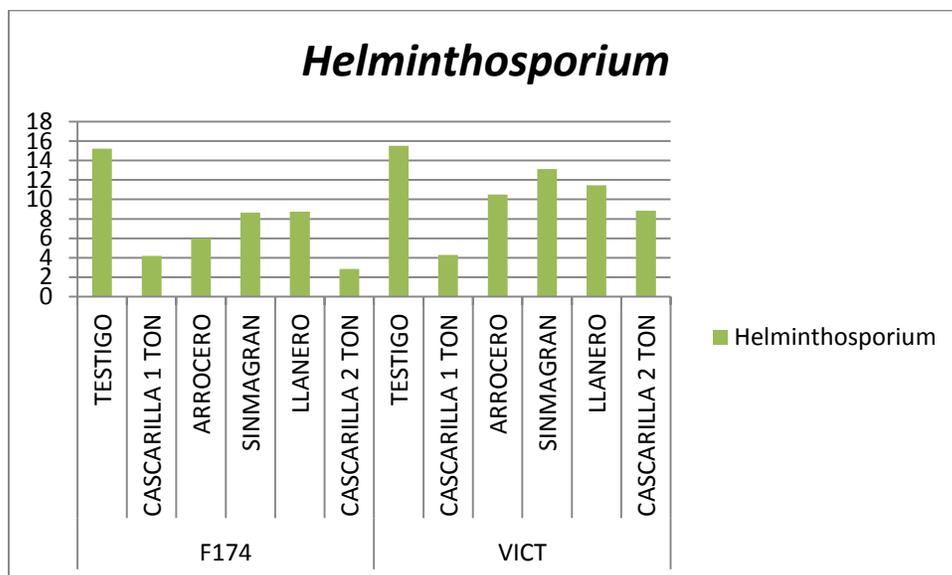
En la tabla se puede observar que para la variable de enfermedades como *Pyricularia* los mejores tratamientos que presentaron menor incidencia fueron cascarilla de dos toneladas que presento 4,43 % para la variedad victoria 10 39, cascarilla de dos toneladas que presento 4,20 % de la variedad Fedearroz 174 presentando diferencias estadísticas significativas con los testigos de la variedad Fedearroz 174 que presento 11,17 % y victoria 10 39 que presento 12,80 %,presentando porcentajes mayores de incidencia para las dos repeticiones del ensayo.

Para la variable de escaldado los mejores tratamientos que presentaron menor incidencia fueron I cascarilla de dos toneladas que presento 10,60 % en la variedad victoria 10 39, cascarilla de dos toneladas con 12,07 % para la variedad Fedearroz 174 presentando diferencias estadísticas significativas con los testigos de las

variedades victoria 10 39 que presento 19,80 % y Fedearroz 174 que presento 20,53 %, presentando porcentajes mayores de incidencia para las dos repeticiones.

Para la variable *Helminthosporium* los mejores tratamientos con menor incidencia fueron cascarilla dos toneladas que presento 2,83 % para la variedad Fedearroz 174, cascarilla una tonelada con 4,17 % para la variedad Fedearroz 174 presentando diferencias estadísticas significativas con los testigos de la variedad Fedearroz 174 que presento 15,23 % y victoria 10 39 que presento 15,53 % presentando porcentajes mayores de incidencia para las dos repeticiones (Figura 6).

**Figura 6.** Efecto de las aplicaciones de silicio sobre componentes vegetativos en dos variedades de arroz Fedearroz 174 y victoria 10 39. Villavicencio Meta 2015.



Para la variable *Rhizoctonia* los mejores tratamientos con menor incidencia fueron cascarilla una tonelada que presentó 2,83 % para la variedad victoria 10 39, cascarilla dos toneladas con 4,27 % para la variedad victoria 10 39 presentando diferencias estadísticas significativas con los testigos de las variedades Fedearroz 174 con 13,27 % y victoria 10 39 con 13,27 %, presentando porcentajes mayores de incidencia para las dos repeticiones.

## 11. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este ensayo permiten las siguientes conclusiones:

El análisis de varianza para los diferentes tratamientos que se realizaron en cada repetición, presentaron diferencias significativas entre las variedades evaluadas, lo cual hace posible resaltar el comportamiento de los tratamientos aplicados respecto a cada variable.

La identificación preliminar de las variedades con los tratamientos evaluados se observó que las dosis de cascarilla de 2 toneladas y 1 tonelada arrojaron los mejores resultados, llevando el rendimiento hasta las 6,0 Ton en el mejor de los casos lo que nos permite afirmar que el silicio aplicado interviene de manera positiva en los componentes de la productividad, cabe resaltar que los demás tratamientos como sinmagran, arrocero y llanero arrojaron resultados significativos frente al testigo pero muy por debajo de los obtenidos con los de 2 y 1 Ton de cascarilla.

Se identificó que las variables macollamiento y porcentaje de panículas efectivas por unidad de área presentaron mejores resultados con los tratamientos en dosis de 2 toneladas y 1 tonelada respectivamente para la variedad VICTORIA 10 39 y FEDEARROZ 174.

Para la presencia de enfermedades se expresó menor porcentaje de incidencia con el tratamiento de cascarilla de 1 tonelada para el caso de *Helminthosporium oryzae* llegando hasta 4,22 % respecto al testigo que manifestó 15,38 % dando diferencias relevantes.

En la interacción de variedades y tratamientos encontramos que para *Pyricularia* y escaldado, el tratamiento que presentó una menor incidencia fue cascarilla de 2 toneladas.

Para el caso de *Helminthosporium oryzae* y *Rhizoctonia solani* el tratamiento con un valor más bajo en % de incidencia fue cascarilla en dosis de 1 tonelada respecto a los demás tratamientos evaluados, por otro lado se analizó que el mejor comportamiento de incidencia respecto al testigo se presentó en la variable de enfermedad *Helminthosporium oryzae* marcando el menor valor con la dosis de 1 tonelada.

Los rendimientos en Kg/ha evaluados en este ensayo arrojan unas cifras significativas en cada una de las variables presentes, siendo el tratamiento de cascarilla en dosis de 2 toneladas la mejor fuente de silicio.

En cada uno de los componentes evaluados las dosis de cascarilla obtuvieron las mejores respuestas sin excepción dejando muy por debajo a los demás tratamientos, por lo tanto es de importancia incluirlos en los planes de manejo del cultivo de arroz para aumentar de manera proporcional la producción y mantener en un porcentaje menor la incidencia de enfermedades para el control fitosanitario.

## 12. RECOMENDACIONES

Para verificar los resultados obtenidos se recomienda establecer ensayos en diferentes zonas y épocas del año, pues existen variables como el clima y el suelo que puede incidir en la respuesta del cultivo.

Se recomienda incluir fuentes de ácido monosalicílico en los planes de manejo para mejorar rendimiento y bajar índice de enfermedades en el cultivo de arroz.

Se pueden usar fuentes de bajo costo como la cascarilla de arroz incinerada que representa un problema como subproducto del procesamiento del arroz paddy para consumo humano, como una excelente fuente de aporte de este elemento esencial para el desarrollo vegetal.

De igual manera se recomienda aplicar la cascarilla incinerada en dosis de 1 tonelada por hectárea ya que en dosis de 2 Ton sus resultados no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a la dosis de 1 Ton, por lo que por implicaciones económicas en transporte y costos del material la dosis de 1 Ton es idónea para una buena respuesta en el cultivo.

Se recomienda la implementación de estas dosis dentro de un plan de fertilización equilibrado y progresivo que permita una apropiación gradual del elemento, así como un manejo integrado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, A.; Lascano, C.E. 1987. Valor nutritivo de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales (CIAT)* 9(3):9-17.
- Amézquita, E., R.J. Thomas, D.L. Molina, I.M. Raó, J.I. Sanz, L.F. Chávez, J.H. Galvis y A. Álvarez. (2000). Sostenibilidad del recurso tierra de la Orinoquía con relación a su uso actual y potencial. Estudios de procesos de degradación física de suelos y sistemas de manejo para controlarla. Informe final 1997-2000. Presentado a Instituto colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José COLCIENCIAS, por Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, Palmira.
- Angladette, A. 1ª ed. Colección de agricultura tropical. Editorial Blume. Barcelona España. 1969. Pág. 867
- Arcos, C. A., Pinto, D. M., & Páez, J. E. R. (2007). La cascarilla de arroz como fuente de SiO<sub>2</sub>. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (41), 7-20.
- Aristizabal, Diego; Baquero, Eurípides y Leal, M. Diego (2000). Boletín Técnico N° 21. Manejo eficiente de variedades mejoradas de arroz en los Llanos Orientales. Corpoica. Villavicencio, Meta, Colombia. Pág. 9.
- Bejarano, M. y R. Ordóñez. (1999). Respuesta del cultivo de arroz a la aplicación de sílice en los Llanos orientales. *Revista Arroz*. 48(419): 20–30.
- Berlinjn, Jhoan; Salinas, Kirchner y Figueroa Medina J (1993). Manuales para educación agropecuaria. México.
- Brady, N. C. (1992). *The nature and properties of soil*. 10 ed. New York: Macmillan Publishing. 750 p.

Cabría, Fabián; Domínguez, German; Calandroni, Mirta (2012). Génesis, clasificación y cartografía de suelos. Fascículo II, Taxonomía de suelos. Basado en la undécima edición (2010) de las claves para la taxonomía de suelos, publicada por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Mar del Plata, Argentina. Pág. 99.

CENTRO INTERNACIONAL PARA LA AGRICULTURA TROPICAL -CIAT. (1985).

Química de los suelos inundados. Investigación y producción de arroz. Cali: CIAT.

Cochrane, T.T.; Sánchez, L.F. (1981).Clima, paisaje y suelos de las sabanas tropicales de Suramérica. Inverciencias 6: 239-243.

Cochrane, T.T.; Sánchez, L.G.; Porras, J.A.; De Azevedo, L.G.; Garver, C.L. (1985). Land in Tropical América. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC), Planaltina, D.F., Brasil. CIAT, Cali, Colombia. V.1., 146p.

Colombia - Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Componentes del rendimiento en arroz. Guía de estudio. Contenido científico: Internacional Rice ReseechInstitute: Traducción y adaptación: Oscar Arregoces. Cali, Colombia. 1986. Pág. 5.

Colombia - Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Informe anual. Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. Editado por Víctor Degiovanni; Cesar P. Martinez R. y Francisco Motta O. - Cali, Colombia. 2010. Pág. 50 – 73.

Datta, Surajit K (1986). Producción de Arroz. Limusa, México.

Díaz, A., & Carbonell, J. (1985). Adecuación de tierras para la siembra de arroz. Arroz: investigación y producción; referencia de los cursos de Capacitación sobre Arroz

dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical/compilado y editado por: Eugenio Tascon J. y Elías García D.

FEDESARROLLO – IQUARTIL. Consultoría Sobre Costos de Producción de Doce Productos Agropecuarios. Colombia. 2012. Pág. 158 - 160

Federación Nacional de Arroceros de Colombia FEDEARROZ. Guía de reconocimiento y manejo de las principales enfermedades del arroz. Bogotá, Colombia. 2000. Pág. 9 – 28.

G, Joaquín. Johnson, Douglas (1981). Producción y beneficio de semilla certificada de arroz. CIAT.

Gonzales, F., J. Origen, taxonomía y anatomía de la planta de arroz. (*Oryza sativa L.*) In: Tascon, E.; Garcia, E. (Eds.). Arroz: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y Programa De Las Naciones Unidas (PDNU). Cali, Colombia. 1985. Pág. 47-64

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Series de manuales de cultivo N°1. 1ª Edición. El cultivo de arroz en Venezuela. Maracay, Venezuela. 2004. Pág. 30 – 133.

Jordán, L. Antonio. Manual de edafología. Sevilla, España. Pág. 15 – 17.

León, J. (1987). Instituto Interamericano para la Cooperación para la Agricultura IICA. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. Pág. 123-124.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR. (Febrero de 2011). Boletín De Análisis Por Producto. No 1. Febrero 2010. Dirección de Política Sectorial-Grupo de Análisis Sectorial. Página 2.

Olmos S. (2007). Apunte de morfología, fenología, eco fisiología y mejoramiento genético de arroz. Argentina. Pág. 12.

Osuna-Canizales, FJ; Dedatta, SK; Bonman, JM.(1991). Nitrogen form and silicon nutrition effects on resistance to blast disease of rice. *Plant and Soil* 135:223-231.

Páez, O. (1991). El Cultivo del arroz. Densidad de siembra, control de malezas y fertilización. *Fonaiap divulga*, (36).

Porter, C.O. (1959). *Taxonomy of flowering plants*. Freeman, San Francisco, CA, EE.UU.

Primavesi, A. (1984). *Manejo ecológico del suelo: la agricultura en regiones tropicales*. 5 ed. Buenos Aires: Ataneo.

Riveros, A. Santos. La Orinoquia colombiana. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia* N° 118, Volumen 36. Bogotá, Colombia. 1983. Pág. 4 – 5.

Roa, V. María y Muñoz, M. Javier (2011). *Evaluación de la degradabilidad in situ en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas*. Villavicencio, Meta, Colombia.

Rodríguez, J. Hernán. (1999). Fertilización del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos. Costa Rica. Pág. 126.

Sánchez, P.A. and J.C. Salinas. 1981. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in Tropical América. *Adv. Agron.* 34: 280-406.

Sanz, J.I.; Zeigler, R.S.; Sarkarung, S.; Molina, D.L.; y Rivera, M. (1999). Sistemas mejorados arroz-pasturas para sabana nativa y pasturas degradadas en suelos ácidos de América del Sur. En: Guimarães, E.P.; Sanz, J.I.; Raó, I.M.; Amézquita, M.C. y

Amézquita, E. (Eds.). Sistemas Agros pastoriles en Sabanas de América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuaria- EMBRAPA. publicación CIAT No 313. pp. 232-244.

Semillano, agrocom fichas técnicas de variedades prospera, victoria y arroz orquídea colombiano. 2014.

T. J, Eugenio y G. D, Elías (1985). Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de la Naciones Unidad PNUD. CIAT. Pág. 86.

T. J, Eugenio y G. D, Elías (1988). Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el centro Internacional de Agricultura Tropical. PNUD y CIAT.

Tamai, K. y Ma, J.F. 2008. Reexamination of silicon effects on rice growth and production under field conditions using a low silicon mutant. Plant and Soil 307: 21-27.

USDA. 2010. Clave para la taxonomía de suelos. Undécima edición.

Valencia, C. A., & Salinas, J. G. (1984). Oxisoles y ultisoles en América tropical: mineralogía y características químicas.

Zapata Hernández, R. D. (2006). Química de los procesos pedogenéticos.

## Anexos

### Anexo 1. Resultados estadísticos.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura	36	0,67	0,48	4,56

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	607,49	13	46,73	3,47	0,0050
VAR	81,90	1	81,90	6,08	0,0220
Tratamientos	454,42	5	90,88	6,74	0,0006
Rep 10,32	2	5,16	0,38	0,6864	
VAR*tratamientos	60,84	5	12,17	0,90	0,4967
Error	296,44	22	13,47		
Total	903,93	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 13,4747 gl: 22

VAR	Medias	n	
F174	79,04	18	A
VICT	82,06	18	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 13,4747 gl: 22

Tratamientos	Medias	n		
TESTIGO	73,57	6	A	
Sinmagran	80,55	6		B
Arrocero	81,10	6		B C
Cascarilla 1 ton	81,10	6		B C
Llanero	81,38	6		B C
Cascarilla 2 ton	85,62	6		C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 13,4747 gl: 22

Rep	Medias	n	
1,00	79,84	12	A
3,00	80,68	12	A
2,00	81,13	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 13,4747 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n				
F174	TESTIGO	73,53	3	A			
VICT	TESTIGO	73,60	3	A			
F174	cascarilla 1 ton	77,27	3	A	B		
F174	arrocero	78,60	3	A	B	C	
F174	sinmagran	80,20	3	A	B	C	D
F174	llanero	80,20	3	A	B	C	D
VICT	sinmagran	80,90	3		B	C	D
VICT	llanero	82,57	3		B	C	D
VICT	arrocero	83,60	3		B	C	D
F174	cascarilla 2 ton	84,47	3			C	D
VICT	cascarilla 1 ton	84,93	3			C	D
VICT	cascarilla 2 ton	86,77	3				D

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso seco	36	0,43	0,09	15,03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	4649,85	13	357,68	1,27	0,3018
VAR	402,00	1	402,00	1,42	0,2454
Tratamientos	2461,19	5	492,24	1,74	0,1664
Rep	432,42	2	216,21	0,77	0,4768
VAR*tratamientos	1354,24	5	270,85	0,96	0,4634
Error	6208,51	22	282,21		
Total	10858,36	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 282,2051 gl: 22

VAR	Medias	n	
F174	108,44	18	A
VICT	115,13	18	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 282,2051 gl: 22

Tratamientos	Medias	n		
TESTIGO	98,98	6	A	
Arrocero	107,12	6	A	B
Llanero	108,57	6	A	B
Cascarilla 1 ton	111,80	6	A	B
Sinmagran	121,72	6		B
Cascarilla 2 ton	122,53	6		B

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 282,2051 gl: 22

Rep	Medias	n	
1,00	108,73	12	A
2,00	109,99	12	A
3,00	116,63	12	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 282,2051 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n		
F174	TESTIGO	98,20	3	A	
VICT	TESTIGO	99,77	3	A	
F174	sinmagran	104,93	3	A	
F174	arrocero	104,93	3	A	
F174	llanero	106,53	3	A	B
VICT	arrocero	109,30	3	A	B
VICT	llanero	110,60	3	A	B
VICT	cascarilla 1 ton	111,00	3	A	B
F174	cascarilla 1 ton	112,60	3	A	B
VICT	cascarilla 2 ton	121,60	3	A	B
F174	cascarilla 2 ton	123,47	3	A	B
VICT	sinmagran	138,50	3		B

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Macollamiento	36	0,81	0,69	13,69

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	19,36	13	1,49	7,02	<0,0001
VAR	0,01	1	0,01	0,06	0,8024
Tratamientos	17,93	5	3,59	16,91	<0,0001
Rep	0,27	2	0,13	0,63	0,5420
VAR*tratamientos	1,14	5	0,23	1,08	0,4004
Error	4,67	22	0,21		
Total	24,02	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,2121 gl: 22

VAR	Medias	n	
VICT	3,34	18	A
F174	3,38	18	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,2121 gl: 22

Tratamientos	Medias	n			
TESTIGO	2,40	6	A		
Arrocero	2,95	6	A	B	
Sinmagran	3,03	6		B	
Llanero	3,20	6		B	
Cascarilla 2 ton	4,30	6			C
Cascarilla 1 ton	4,30	6			C

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

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,2121 gl: 22

Rep	Medias	n	
3,00	3,25	12	A
1,00	3,38	12	A
2,00	3,46	12	A

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

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,2121 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n			
F174	TESTIGO	2,33	3	A		
VICT	TESTIGO	2,47	3	A		
VICT	arrocero	2,93	3	A	B	
F174	arrocero	2,97	3	A	B	
F174	llanero	2,97	3	A	B	
F174	sinmagran	2,97	3	A	B	
VICT	sinmagran	3,10	3	A	B	
VICT	llanero	3,43	3		B	C
VICT	cascarilla 2 ton	3,97	3			C D
VICT	cascarilla 1 ton	4,17	3			C D
F174	cascarilla 1 ton	4,43	3			D
F174	cascarilla 2 ton	4,63	3			D

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

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% vanea	36	0,65	0,45	23,12

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	888,68	13	68,36	3,17	0,0083
VAR	38,03	1	38,03	1,76	0,1978
TRA	793,76	5	158,75	7,36	0,0003
REP	22,06	2	11,03	0,51	0,6065
VAR*TRA	34,83	5	6,97	0,32	0,8937
Error	474,31	22	21,56		
Total	1362,99	35			

### Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 21,5596 gl: 22

VAR	Medias	n	
F174	19,06	18	A
VIC	21,11	18	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

### Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 21,5596 gl: 22

TRA	Medias	n		
CAS 2	13,75	6	A	
CAS 1	17,60	6	A	B
SIM	18,48	6	A	B
ARRO	20,02	6		B
LLAN	21,55	6		B
TESTIGO	29,10	6		C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

### Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 21,5596 gl: 22

REP	Medias	n	
3,00	19,01	12	A
1,00	20,39	12	A
2,00	20,85	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 21,5596 gl: 22

VAR	TRA	Medias	n				
F174	CAS 2	12,07	3	A			
VIC	CAS 2	15,43	3	A	B		
F174	SIM	15,67	3	A	B		
F174	CAS 1	16,83	3	A	B		
VIC	CAS 1	18,37	3	A	B		
F174	ARRO	19,87	3	A	B	C	
VIC	ARRO	20,17	3	A	B	C	
VIC	SIM	21,30	3		B	C	D
VIC	LLAN	21,43	3		B	C	D
F174	LLAN	21,67	3		B	C	D
F174	TESTIGO	28,23	3			C	D
VIC	TESTIGO	29,97	3				D

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso 1000 granos	36	0,84	0,74	1,31

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	15,92	13	1,22	8,60	<0,0001
VAR	0,03	1	0,03	0,24	0,6318
Tratamientos	14,97	5	2,99	21,03	<0,0001
Rep 0,56 2	0,28	1,95	0,1662		
VAR*tratamientos	0,36	5	0,07	0,50	0,7707
Error	3,13	22	0,14		
Total	19,05	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,1423 gl: 22

VAR	Medias	n		
F174	28,78	18	A	
VICT	28,84	18	A	

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,1423 gl: 22

Tratamientos	Medias	n				
TESTIGO	27,82	6	A			
Sinmagran	28,43	6		B		
Llanero	28,65	6		B		
Arrocero	28,80	6		B		
Cascarilla 1 ton	29,28	6			C	
Cascarilla 2 ton	29,87	6				D

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,1423 gl: 22

Rep	Medias	n	
1,00	28,63	12	A
2,00	28,88	12	A
3,00	28,91	12	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,1423 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n						
F174	TESTIGO	27,70	3	A					
VICT	TESTIGO	27,93	3	A	B				
F174	sinmagran	28,37	3	A	B	C			
VICT	llanero	28,50	3		B	C	D		
VICT	sinmagran	28,50	3		B	C	D		
VICT	arrocero	28,77	3			C	D	E	
F174	llanero	28,80	3			C	D	E	
F174	arrocero	28,83	3			C	D	E	
F174	cascarilla 1 ton	29,13	3				D	E	
VICT	cascarilla 1 ton	29,43	3					E	F
F174	cascarilla 2 ton	29,83	3						F
VICT	cascarilla 2 ton	29,90	3						F

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	36	0,88	0,81	2,72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3887741,22	13	299057,02	12,12	<0,0001
VAR	448379,78	1	448379,78	18,17	0,0003
Tratamientos	3059123,20	5	611824,64	24,79	<0,0001
Rep	2760,71	2	1380,36	0,06	0,9457
VAR*tratamientos	377477,52	5	75495,50	3,06	0,0303
Error	542936,25	22	24678,92		
Total	4430677,47	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 24678,9205 gl: 22

VAR	Medias	n	
F174	5662,71	18	A
VICT	5885,91	18	B

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 24678, 9205 gl: 22

Tratamientos	Medias	n			
TESTIGO	5208,68	6	A		
Arrocero	5752,97	6		B	
Llanero	5765,14	6		B	
Sinmagran	5771,99	6		B	
Cascarilla 1 ton	6001,78	6			C
Cascarilla 2 ton	6145,30	6			C

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

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 24678, 9205 gl: 22

Rep	Medias	n	
1,00	5766,68	12	A
2,00	5769,67	12	A
3,00	5786,57	12	A

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

**Test: Duncan Alfa: 0, 05**

Error: 24678, 9205 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n						
VICT	TESTIGO	5150,90	3	A					
F174	TESTIGO	5266,47	3	A	B				
F174	llanero	5529,60	3		B	C			
F174	sinmagran	5544,44	3		B	C			
F174	arrocero	5645,93	3			C	D		
VICT	arrocero	5860,00	3				D	E	
F174	cascarilla 1 ton	5963,30	3					E	
VICT	sinmagran	5999,53	3					E	F
VICT	llanero	6000,67	3					E	F
F174	cascarilla 2 ton	6026,50	3					E	F
VICT	cascarilla 1 ton	6040,27	3					E	F
VICT	cascarilla 2 ton	6264,09	3					E	F

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% panícula efectiva	36	0,82	0,71	2,81

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	611,69	13	47,05	7,70	<0,0001
VAR	0,08	1	0,08	0,01	0,9098
Tratamientos	570,22	5	114,04	18,66	<0,0001
Rep 7,86	2	3,93	0,64	0,5354	
VAR*tratamientos	33,52	5	6,70	1,10	0,3900
Error	134,46	22	6,11		
Total	746,15	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 6,1119 gl: 22

VAR	Medias	n	
F174	87,96	18	A
VICT	88,05	18	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 6,1119 gl: 22

Tratamientos	Medias	n			
TESTIGO	80,20	6	A		
Llanero	87,12	6		B	
Sinmagran	87,58	6		B	
Arrocero	89,17	6		B	C
Cascarilla 1 ton	91,60	6			C D
Cascarilla 2 ton	92,35	6			D

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 6,1119 gl: 22

Rep	Medias	n	
1,00	87,52	12	A
2,00	87,86	12	A
3,00	88,63	12	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 6,1119 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n				
VICT	TESTIGO	78,53	3	A			
F174	TESTIGO	81,87	3	A			
F174	llanero	86,83	3		B		
VICT	sinmagran	86,87	3		B		
VICT	llanero	87,40	3		B		
F174	sinmagran	88,30	3		B	C	
F174	arrocero	88,80	3		B	C	
VICT	arrocero	89,53	3		B	C	D
F174	cascarilla 1 ton	90,77	3		B	C	D
F174	cascarilla 2 ton	91,17	3		B	C	D
VICT	cascarilla 1 ton	92,43	3			C	D
VICT	cascarilla 2 ton	93,53	3				D

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pyricularia	36	0,88	0,80	15,74

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	221,38	13	17,03	12,03	<0,0001
VAR	4,77	1	4,77	3,37	0,0801
Tratamientos	210,37	5	42,07	29,72	<0,0001
Rep 1,17	2	0,59	0,41	0,6662	
VAR*tratamientos	5,07	5	1,01	0,72	0,6179
Error	31,15	22	1,42		
Total	252,53	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 1,4158 gl: 22

VAR	Medias	n	
F174	7,19	18	A
VICT	7,92	18	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 1,4158 gl: 22

Tratamientos	Medias	n			
Cascarilla 2 ton	4,32	6	A		
Cascarilla 1 ton	5,60	6	A		
Arrocero	7,03	6		B	
Sinmagran	8,12	6		B	
Llanero	8,30	6		B	
TESTIGO	11,98	6			C

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 1,4158 gl: 22

Rep	Medias	n	
3,00	7,33	12	A
1,00	7,57	12	A
2,00	7,78	12	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 1,4158 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n				
F174	cascarilla 2 ton	4,20	3	A			
VICT	cascarilla 2 ton	4,43	3	A	B		
F174	cascarilla 1 ton	5,10	3	A	B		
VICT	cascarilla 1 ton	6,10	3	A	B	C	
F174	arrocero	6,57	3		B	C	D
VICT	arrocero	7,50	3			C	D
F174	sinmagran	7,50	3			C	D
VICT	llanero	7,97	3			C	D
F174	llanero	8,63	3				D
VICT	sinmagran	8,73	3				D
F174	TESTIGO	11,17	3				E
VICT	TESTIGO	12,80	3				E

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Escaldado	36	0,83	0,73	11,14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	323,65	13	24,90	8,44	<0,0001
VAR	11,33	1	11,33	3,84	0,0627
Tratamientos	301,89	5	60,38	20,47	<0,0001
Rep	4,18	2	2,09	0,71	0,5035
VAR*tratamientos	6,26	5	1,25	0,42	0,8268
Error	64,89	22	2,95		
Total	388,54	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 2,9495 gl: 22

VAR	Medias	n	
VICT	14,86	18	A
F174	15,98	18	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 2,9495 gl: 22

Tratamientos	Medias	n			
Cascarilla 2 ton	11,33	6	A		
Cascarilla 1 ton	12,53	6	A		
Sinmagran	15,62	6		B	
Arrocero	15,88	6		B	
Llanero	17,00	6		B	
TESTIGO	20,17	6			C

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

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 2,9495 gl: 22

Rep	Medias	n	
2,00	14,94	12	A
3,00	15,63	12	A
1,00	15,69	12	A

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

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 2,9495 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n						
VICT	cascarilla 2 ton	10,60	3	A					
F174	cascarilla 2 ton	12,07	3	A	B				
VICT	cascarilla 1 ton	12,23	3	A	B				
F174	cascarilla 1 ton	12,83	3	A	B	C			
VICT	sinmagran	14,20	3		B	C	D		
VICT	arrocero	15,53	3			C	D		
F174	arrocero	16,23	3				D		
VICT	llanero	16,80	3				D	E	
F174	sinmagran	17,03	3				D	E	
F174	llanero	17,20	3				D	E	
VICT	TESTIGO	19,80	3					E	F
F174	TESTIGO	20,53	3						F

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Helminthosporium	36	0,70	0,53	38,81

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	649,13	13	49,93	3,99	0,0021
VAR	82,20	1	82,20	6,57	0,0177
Tratamientos	473,40	5	94,68	7,57	0,0003
Rep 49,62	2	24,81	1,98	0,1614	
VAR*tratamientos	43,90	5	8,78	0,70	0,6277
Error	275,09	22	12,50		
Total	924,22	35			

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 12,5041 gl: 22

VAR	Medias	n
F174	7,60	18 A
VICT	10,62	18 B

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 12,5041 gl: 22

Tratamientos	Medias	n
Cascarilla 1 ton	4,22	6 A
Cascarilla 2 ton	5,83	6 A B
Arrocero	8,25	6 A B C
Llanero	10,10	6 B C
Sinmagran	10,88	6 C
TESTIGO	15,38	6 D

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 12,5041 gl: 22

Rep	Medias	n
3,00	8,18	12 A
1,00	8,39	12 A
2,00	10,77	12 A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test: Duncan Alfa: 0,05**

Error: 12,5041 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n
F174	cascarilla 2 ton	2,83	3 A
F174	cascarilla 1 ton	4,17	3 A B
VICT	cascarilla 1 ton	4,27	3 A B
F174	arrocero	6,00	3 A B C
F174	sinmagran	8,63	3 A B C D
F174	llanero	8,73	3 A B C D

VICT	cascarilla 2 ton	8,83	3	A	B	C	D	
VICT	arrocero	10,50	3		B	C	D	E
VICT	llanero	11,47	3			C	D	E
VICT	sinmagran	13,13	3				D	E
F174	TESTIGO	15,23	3				D	E
VICT	TESTIGO	15,53	3					E

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rhizoctonia 36		0,82	0,71	24,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	458,45	13	35,27	7,66	<0,0001
VAR	4,91	1	4,91	1,07	0,3129
Tratamientos	395,93	5	79,19	17,19	<0,0001
Rep	2,80	2	1,40	0,30	0,7407
VAR*tratamientos	54,80	5	10,96	2,38	0,0719
Error	101,34	22	4,61		
Total	559,78	35			

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 4,6062 gl: 22

VAR	Medias	n
VICT	8,29	18
F174	9,03	18

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

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 4,6062 gl: 22

Tratamientos	Medias	n
Cascarilla 1 ton	4,42	6
Cascarilla 2 ton	4,80	6
Sinmagran	8,60	6
Arrocero	9,33	6
Llanero	10,93	6
TESTIGO	13,90	6

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

**Test: Duncan Alfa: 0, 05**

Error: 4, 6062 gl: 22

Rep	Medias	n	
1,00	8,28	12	A
3,00	8,80	12	A
2,00	8,92	12	A

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

**Test: Duncan Alfa: 0, 05**

Error: 4, 6062 gl: 22

VAR	tratamientos	Medias	n					
VICT	cascarilla 1 ton	2,83	3	A				
VICT	cascarilla 2 ton	4,27	3	A	B			
F174	cascarilla 2 ton	5,33	3	A	B	C		
F174	cascarilla 1 ton	6,00	3	A	B	C	D	
F174	sinmagran	7,67	3		B	C	D	
VICT	llanero	8,60	3			C	D	
F174	arrocero	8,67	3			C	D	
VICT	sinmagran	9,53	3				D	E
VICT	arrocero	10,00	3				D	E
F174	llanero	13,27	3					E F
F174	TESTIGO	13,27	3					E F
VICT	TESTIGO	14,53	3					E F

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



**Anexo 2.** Germinación 8 días después de la siembra



**Anexo 3.** Aplicaciones de tratamientos 20 días después de la siembra



**Anexo 4.** Realización de muestreos del diseño experimental



**Anexo 5.** Realización de muestreos del diseño experimental



**Anexo 6.** Toma de datos de diseño experimental.



**Anexo 7.** Toma de datos de diseño experimental.