

**MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ  
(*Oryza sativa* L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS  
HORIZONTE; CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA.**

**DAMIÁN GUZMÁN BERMÚDEZ**



Práctica de especialidad presentada a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía

**Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Sede Regional San Carlos**

**2006**

**MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ  
(*Oryza sativa* L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS  
HORIZONTE; CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA.**

**DAMIÁN GUZMÁN BERMÚDEZ**



Práctica de especialidad presentada a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía

**Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Sede Regional San Carlos**

**2006**

**MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ  
(*Oryza sativa* L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS  
HORIZONTE; CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA**

**Damián Guzmán Bermúdez**

**Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador**

**Ing. Agr. Joaquín Durán Mora M. Sc.**

\_\_\_\_\_

**Asesor**

**Ing. Agr. Manuel Carrera Aguilar M. Sc.**

\_\_\_\_\_

**Co-asesor**

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

\_\_\_\_\_

**Jurado**

**Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez M.A.E**

\_\_\_\_\_

**Coordinador**

**Trabajos Finales de Graduación**

**Ing. Agr. Olger Murillo Bravo M. Sc.**

\_\_\_\_\_

**Director**

**Escuela Agronomía**

## DEDICATORIA

A mi abuela Digna †...

Ejemplo de una gran mujer

A mi Abuela Zoraida...

Por sus sabios consejos

A toda mi Familia...

Por confiar siempre en mí

A mi hija...

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirme cumplir una de mis metas.

A todo el personal del instituto tecnológico por su colaboración durante el tiempo que estuve ahí.

A la fuerza laboral de Ranchos Horizonte por su amistad durante tanto tiempo.

A mis compañeros, por esos buenos e inolvidables momentos.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vii</b>
<b>1.INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 Manejo agronómico	3
2.1.1 Preparación del terreno.	3
2.1.2. Nivelación del terreno	3
2.1.3 Bancales	4
2.1.3.1 Inundación de bancales	4
2.1.4 Fangueo	4
2.1.5 Siembra	4
2.1.5.1 Siembra al voleo	5
2.1.5.2 Siembra con avión	5
2.1.6 Manejo del agua	5
2.1.7 Fertilización	6
<b>2.2 Efecto de la inundación sobre las propiedades químicas del suelo</b>	<b>8</b>
2.2.1 Transformaciones del Nitrógeno	8
2.2.2 Reducción del manganeso y del hierro	9
2.2.3 Cambio de pH	9
2.2.4 Reacciones Oxido-Reducción	10

2.2.5 Aumento de la conductividad eléctrica	10
2.3 Malezas en el cultivo	10
2.4 Principales plagas insectiles del cultivo	12
2.4.1 Sogata ( <i>Togasodes orizicolus</i> )	12
2.4.2 Picudo acuático del Arroz ( <i>Lissorhoptus brevirostris</i> )	12
2.4.3 Chinche del arroz ( <i>Oebalus insulares</i> )	13
2.4.4 Palomilla ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	13
2.5 Principales enfermedades del cultivo	14
2.5.1 Añublo o quemazón del arroz ( <i>Pyricularia grisea</i> )	14
2.5.2 Añublo de la vaina ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	15
2.5.3 Virus de la hoja blanca (VHB)	15
2.5.4 Helminthosporium ( <i>Helminthosporium oryzae</i> )	16
2.5.5 Pudrición de la vaina ( <i>Sarocladium oryzae</i> )	17
2.5.6 Añublo bacterial de la hoja ( <i>Xanthomonas oryzae</i> )	17
2.5.7 Pudrición café de la vaina ( <i>Pseudomonas fuscovaginae</i> )	18
2.6 Contenido de elementos nutritivos y su relación con la susceptibilidad de la planta a bacteriosis.	18
2.7 Caracterización de las variedades	19
2.7.1 Fedearroz 50	19
<b>2.7.2 CR 1821</b>	22
	23

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización** 23

#### **3.2 Clima** 23

3.2.1 Temperatura 23

3.2.2 Humedad relativa 23

3.2.3 Precipitación 24

3.2.4 Heliofania 24

3.2.5 Vientos	24
3.3 Suelos	24
3.4 Zona de vida	25
3.5 Periodo de trabajo	25
3.6 Area de muestreo	25
3.7 Variables evaluadas	26
3.7.1 Preparación de terreno y siembra	26
3.7.2 Población de plantas	27
3.7.3 Densidad de malezas	27
3.7.4 Condición fitosanitaria	28
3.7.4.1 Control de <i>steneotarsonemus spinki</i>	28
3.7.5 Manejo nutricional	29
3.7.5.1 Fertilización	29
3.7.5.2 Análisis foliares	31
3.8 Análisis químico de suelos	33
3.9 Cosecha	33
3.10 Rendimiento	33
3.11 Relación costo beneficio	34
3.11.1 Tamaño de la unidad de producción.	35
3.11.2 Mano de obra	35
3.11.3 Labores mecanizadas	36
3.11.4 Insumos	36
3.11.5 Gastos administrativos y de ventas	37
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
4.1 Manejo del cultivo	38
4.1.1 Preparación de terreno.	38
4.1.2 Siembra	40
4.1.3 Población de plantas de arroz	42
4.1.3.1 Antes del macollamiento	42
4.1.3.2 Después del macollamiento	43
4.1.4 Manejo de malezas	44

4.1.4.1 Densidad de malezas	44
4.1.5 Control de malezas	47
4.2 Manejo nutricional	52
4.2.1 fertilización granular al suelo	52
4.2.2 Fertilización foliar	56
4.2.2.1 Elementos mayores.	59
4.2.2.2 Elementos menores.	59
4.3 Manejo de plagas	60
4.4 Manejo de enfermedades	64
4.5 Control de <i>Steneotarsonemus spinki</i>	67
4.6. Análisis químico de suelo	74
4.7 Cosecha	79
4.8 Rendimiento	81
4.9 Relación beneficio/costo	83
<b>5. CONCLUSIONES</b>	87
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	90
<b>7. LITERATURA CITADA</b>	91
<b>8. ANEXOS</b>	93

## INDICE DE CUADROS

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Guía para la interpretación de análisis Químico de Suelos	30
2	Guía para interpretación de análisis foliares en diferentes etapas del cultivo	31
3	Número de hectáreas correspondientes a cada estrato para determinar tamaño de unidad de producción	35
4	Control Químico de malezas utilizado en Lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	49
5	Control Químico de malezas utilizado en Lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	50
6	Cantidades de elementos aplicadas con las fórmulas utilizadas en Lote 215. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	53
7	Cantidades de elementos aplicadas con las formulas utilizadas en Lote 201. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	54

8	Programa de fertilización utilizado en lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	55
9	Programa de fertilización utilizado en lote 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	55
10	Fertilización foliar utilizada en Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	57
11	Resultado de análisis foliares en Lote 215, Variedad Fedearroz-50 en Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	58
12	Insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles en Lote 215. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	62
13	Insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles en Lote 201. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	63
14	Insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles en Lote 102 Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	64

15	Productos utilizados para el control de enfermedades en Lote 215. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	65
16	Productos utilizados para el control de enfermedades en Lote 201. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	66
17	Productos utilizados para el control de enfermedades en Lote 102. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	67
18	Costos de producción en el cultivo de arroz sembrado en labranza con fangueo. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	85
19	Costos de producción en el cultivo de arroz sembrado en labranza convencional. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	86

## INDICE DE FIGURAS

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Método de evaluación de Condición fitosanitaria. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	29
2	Curvas de absorción de elementos N, P, K, Ca, Mg, y S, variedad Fedearroz 50, Guanacaste, 2002.	32
3	Curvas de absorción De Cu, Zn, Y B, variedad Fedearroz 50, Guanacaste, 2002.	32
4	Labranza de fangueo en lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	39
5	Preparación de terreno en Sistema de labranza convencional. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. 2004	40
6	Labor de sembradora de chorro continuo en lote 201. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	42
7	Población de plantas de arroz obtenida a los 9 días después de siembra. Ranchos Horizonte, Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	43

8	Población de plantas de arroz obtenida a los 85 días después de siembra. Ranchos Horizonte, Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	44
9	Población de malezas encontradas a los 21 días después de germinado el arroz. En Lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	45
10	Población de malezas encontradas a los 21 días después de germinado el arroz. En Lote 201. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	46
11	Población de malezas encontradas a los 21 días después de germinado el arroz. En Lote 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	47
12	Equipo aéreo utilizado en la aplicación de herbicidas. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	51
13	Equipo terrestre utilizado en la aplicación de herbicidas. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	51
14	Labor de descarga de fertilizante a la avioneta. Ranchos Horizonte;Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	56
15	Comportamiento poblacional de <i>S. pinki</i> , en variedad Fedearroz - 50, Lote 215. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	68

16	Comportamiento poblacional de <i>S. spinki</i> , en variedad Fedearroz - 50, Lote 201. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	71
17	Comportamiento poblacional de <i>S. spinki</i> , en variedad Fedearroz - 50, Lote 102. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	72
18	Contenido de base intercambiables (cmol(+)/L) Obtenido en Lotes 215, 201 y 102, Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	75
19	Relaciones entre bases obtenido en Lotes 215, 201 y 102, Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. 2004.	76
20	Contenido de fósforo y elementos menores obtenido en Lotes 215, 201 y 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	77
21	Ph del suelo obtenido en Lotes 215, 201 y 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	78
22	Porcentaje de materia orgánica obtenido en Lotes 215, 201 y 102, Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	79
23	Labor de cosecha mecánica. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	80

24	Labor de descarga de las cosechadoras. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.	81
25	Rendimiento obtenido en lotes 215, 201 y 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	82
26	Estimación de costos de producción en las diferentes actividades agrícolas realizadas en el cultivo de arroz sembrado en labranza convencional y labranza con fangueo. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004	83

## RESUMEN

Se realizó un trabajo en finca Ranchos Horizonte, perteneciente a Empresas Hylton S.A, ubicada en el Cantón de Bagaces, distrito de Bebedero, con el objetivo de describir el manejo agronómico del cultivo de arroz bajo riego en dos diferentes sistemas de preparación; fangueo y preparación convencional.

En las labores de siembra bajo condiciones de preparación de terreno en fangueo, se utilizó una cantidad mayor de semilla debido a los problemas de germinación que se presentan en dicha condición.

La población promedio de plantas después del macollamiento en el lote 102 fue de 628 tallos/m<sup>2</sup> de los cuales 481 (74%) fueron tallos con potencial productivo; así mismo, el lote 201 presentó 650 tallos/m<sup>2</sup> y el lote 215 730 tallos/m<sup>2</sup>, 465 (77%) y 590 (80%) tallos con potencial productivo respectivamente.

Las principales malezas encontradas previo a la aplicación post temprana, en el lote 102 fueron *Echinochloa colonum*, *Cyperus .iria* y *Cyperus .esculentus* y *Ludwigia sp.* ; mientras que en el lote 201 las malezas con mayor presencia fueron *Heteranthera limosa*, *Cyperus.iria* y *Cyperus .esculentus* y *Ludwigia sp*, así mismo en el lote 215 las malezas que más se presentaron fueron ciperáceas (*Cyperus .iria* y *Cyperus .esculentus*), *Echinochloa colonum* y *Eclipta alba*

En los diferentes lotes, se obtuvo una alta concentración de calcio (Ca) y magnesio (Mg), el potasio (K) se mantuvo en niveles adecuados mientras que el fósforo (P), mostró niveles bajos. Los demás elementos se mantuvieron dentro del rango normal.

La metodología para el monitoreo del ácaro *Steanotarsonemus spinky* en los diferentes lotes, así como las aplicaciones para su control demostraron ser eficaces para lograr una cosecha sin daño ocasionado por dicho insecto.

En el lote 215; sembrado con la variedad fedearroz 50 y utilizando labranza con fangueo, el rendimiento teórico fue de 83.04 sacos/ha y el rendimiento de campo fue de 79.8 sacos/ha mientras que el lote 201; sembrado con la variedad fedearroz 50 y utilizando labranza convencional, el rendimiento teórico fue de 50.08 sacos/ha y el rendimiento de campo fue de 44.1 sacos/ha. En el lote 102; sembrado con la variedad CR 1821 y en labranza con fangueo, el rendimiento teórico fue de 38.7 sacos/ha y el rendimiento de campo fue de 47.4 sacos/ha.

Palabras clave: Arroz (*Oryza sativa L*), manejo agronómico, arroz inundado, rendimiento, ácaro del vaneo, (*Steanotarsonemus spinky*)

## INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los granos de mayor importancia en la dieta humana debido a que alimenta a más de la mitad de la población mundial y se considera el cultivo más antiguo de la historia. En 1999 la producción total de arroz en el mundo ascendió a 596.485.338 miles de toneladas, cosechadas en 155.128.138 hectáreas con un rendimiento promedio de 3.84 toneladas por hectárea (FAO 2000).

En el siglo XX la evolución del cultivo del arroz en Costa Rica, ha tenido diferentes etapas que marcaron en forma significativa su proceso de desarrollo paralelamente a las actividades del país, tales como su política y economía, dentro de las cuales vale mencionar las que impulsaron los programas de mejoramiento con el fin de lograr variedades con mayor resistencia a plagas y enfermedades (Delgado 2002).

En el cultivo del arroz, la región chorotega (Guanacaste) sigue siendo la más importante en producción arroceras, seguida por la región Brunca, el Pacífico Central y la región Huetar norte y Atlántico (Montero 1996).

El arroz al ser un monocultivo que se maneja en forma intensiva presenta muchos problemas fitosanitarios, los cuales se pueden incrementar con el uso de nuevos sistemas de manejo, es por ello que se debe seguir muy de cerca las áreas que se encuentran bajo este sistema, con el fin de observar el comportamiento de los cultivos en este aspecto (Díaz 1989).

El área de Guanacaste, se ha utilizado el sistema de siembra de arroz en aniego, ya que cuenta con el recurso agua, el cual tiende a ser una limitante en cualquier explotación (Fernández.1980). Es propósito de la realización de este trabajo es conocer más acerca de uno de los cultivos de mayor importancia en la zona de Guanacaste.

## **1.1 Objetivo general**

Describir el manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) sembrado bajo riego en Ranchos Horizontes Cañas, Guanacaste.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Observar y describir las prácticas de establecimiento y siembra del cultivo manejado bajo riego.
- Evaluar la población de plantas de arroz (m<sup>2</sup>) antes y después del macollamiento.
- Evaluar la población de malezas previo a cada aplicación para su combate.
- Describir el manejo fitosanitario realizado en cada uno de los lotes.
- Observar y describir el manejo de la fertilización empleado por la finca.
- Determinar el rendimiento (sacos/hectárea) para cada uno de los lotes y las diferentes variedades.
- Realizar análisis foliares a los diferentes lotes en las diferentes etapas fonológicas del cultivo.
- Realizar un análisis químico suelos de algunos lotes al final del ciclo del cultivo.
- Estimar la relación costo/Beneficio del cultivo de arroz para esa temporada.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Manejo agronómico**

#### **2.1.1 Preparación del terreno.**

Esta depende de la técnica de siembra a utilizar, ya sea arroz inundado como ocurre en la mayoría de las veces, para cultivos en seco o para “arroz voluntario”. Además de considerar en la preparación esos factores se deben tomar en cuenta otros, que al final del ciclo del cultivo van a influir sobre el volumen de producción, entre ellos se puede mencionar, uso de herbicidas, insecticidas y cualquier otro producto destinado al control de plagas y enfermedades, así como el manejo de las aguas de riego (Fernández 1980).

La preparación del terreno en húmedo es un poco más laboriosa que la que se realiza en seco, su costo y uso se justifica ya que con ellas es posible el control de malezas, que disminuyen el valor del producto. Un inconveniente en su utilización es que, en zonas cálidas, donde el agua es un factor limitante es difícil disponer de los volúmenes de agua necesarios para inundar y fanguear (Díaz 1989).

#### **2.1.2 Nivelación del terreno**

La aplicación de las técnicas de nivelación de los lotes destinados para la siembra bajo riego implica inicialmente altos costos, pero se amortizan rápidamente con las ventajas que se obtienen si el trabajo se ejecuta con cuidado (Fernández 1980).

Para una más eficiente operación en siembra y preparación y siembra, asimismo para el manejo del cultivo, equipo para cosecha y manejo del agua de riego, los diques o caballones deberían ser paralelos y las melgas tener un ancho uniforme. Este resultado se logra efectuando una labor de nivelación del terreno de manera tal que se puedan obtener curvas de contorno ligeramente rectas y uniformemente esparcidas (Tascon 1985).

### **2.1.3 Bancales**

Para mantener el cultivo de arroz inundado y controlar el agua que cubre el suelo, es necesario disponer de medios banales y que son simples caballones o lomas de tierra. Para encarar la construcción de los bordos para un arrozal, no se puede dar un modelo ni sistema determinado que satisfaga las condiciones de los distintos ambientes en que se practica este cultivo (Topolanski 1985).

#### **2.1.3.1 Inundación de banales**

Días antes de que se proceda a fanguear se inunda el terreno a preparar con el fin de que se humedezca, de tal forma que al pasar las máquinas el suelo este bien mullido y las malezas sean destruidas, aspecto que va a favorecer como resultado de la preparación, ya que se forma un charco bajo el cual quedan las semillas de las malezas (Díaz 1989).

### **2.1.4 Fangueo**

En condiciones húmedas es difícil afinar el terreno con el uso de las rastras, se hace necesario utilizar implementos de sencilla construcción como son el rolo y las ruedas fangueadoras. Para esta labor a los tractores se les sustituye la llanta convencional por ruedas fangueadoras, además de un rolo pequeño que traslapa tras el tractor. Luego de que se concluye la labor queda en el bancale un charco o fango (Fernández 1980).

### **2.1.5 Siembra**

Según Cheaney (1979), los factores que favorecen una buena germinación y establecimiento del cultivo son: adecuada nivelación y preparación del suelo, el empleo de semilla de alta calidad, buen sistema de riego y drenaje. Además de los anteriores, deben de tenerse en cuenta otros factores de producción, tales

como un apropiado control de enfermedades, plagas y malezas que limite el establecimiento de una población normal para el sistema empleado.

#### **2.1.5.1 Siembra al voleo**

Es una de las formas de siembra mas generalizada en América, por lo tanto rápida y económica. Existe el voleo manual o con maquinas esparcidoras, la siembra con voleadora de tractor y la siembra con avión. Además pueden utilizarse semillas secas, húmedas y pregerminadas, según el tipo de preparación de suelo. Las siembras al voleo son más irregulares y la germinación de la semilla es desuniforme (Tascon 1985).

#### **2.1.5.2 Siembra con avión**

Es un sistema con mucho auge en las áreas especializadas extensas, particularmente para la siembra de semillas húmedas pregerminada, en agua o lodo. Los aviones agrícolas están equipados con un aplicador rotacional o de tipo “venturi” localizado debajo del fuselaje, la siembra se efectúa volando entre 6 y 10 metros de altura.

Para tener una siembra uniforme es necesario el empleo de marcadores que indiquen cada pasada del avión a la distancia adecuada evitando dejar franjas sin semilla o traslapes exagerados (Tascon 1985).

#### **2.1.6 Manejo del agua**

La profundidad óptima del agua es difícil de definir con precisión. En gran parte depende del grado de control que se tenga del agua y del estado de nivelación del campo (Fernández 1980).

Según Grist (1982), el manejo eficiente del agua conduce a lograr rendimientos más altos con menos agua. El control del agua resulta esencial si se quiere dar al cultivo en crecimiento las cantidades adecuadas de ella cuando las

necesita. El drenaje periódico resulta importante si la provisión de agua es incierta o su control es imperfecto, ya que la imposibilidad de volver a inundar los campos pondría en peligro el cultivo. El rendimiento resulta muy afectado si la provisión de agua es insuficiente, en especial en la época de espigamiento.

Un periodo extenso de inundación profunda indudablemente afecta al desarrollo de la planta: reduce el macollamiento y el número de panículas y, por lo tanto, baja el rendimiento. Donde se espera que el cultivo vaya a quedar expuesto a aguas profundas, las plántulas se deben colocar mas juntas y aumentar su densidad (Grist 1982)

### **2.1.7 Fertilización**

La condición química de los suelos inundados difiere mucho de aquellos que no lo están. Los primeros se caracterizan por la deficiencia de oxígeno y un exceso de dióxido de carbono. El efecto de la inundación es iniciar la descomposición de la materia orgánica y aumentar la solubilidad de los fosfatos y la sílice (Grist 1982).

El nitrógeno es el elemento clave para aumentar los rendimientos de arroz. Para conseguirlo, la planta depende en forma principal de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y en sus primeras etapas de crecimiento lo absorbe en forma amoniacal. Muchos experimentos han demostrado que la aplicación de nitrógeno nítrico no tiene ningún efecto, o hasta resultan perjudiciales para éste, debido a su conversión en nitritos. En estas etapas posteriores del crecimiento, a veces han resultado satisfactorio el abonamiento con nitratos (Cordero 1993).

El nitrógeno que existe en el aire y también disuelto en el agua de inundación, puede ser fijado por algas y bacterias transformándolas en nitrógeno orgánico. Este nitrógeno y el proveniente de los residuos de plantas y animales, puede sufrir una mineralización hasta transformarse en amonio, compuesto utilizable por las plantas de arroz (Cordero 1993).

Además de los fosfatos acarreados en la solución o suspensión, en el agua de riego, Coexisten medios naturales para incrementar la cantidad de fósforo en el terreno y como la planta remueve de este un monto considerable de fosfatos, puede predecirse que el cultivo responderá con facilidad a este tipo de abonos. En los suelos arroceros con frecuencia se manifiesta un efecto residual de bastante duración de los fertilizantes fosfatados, en especial en aquellos de arcilla de tipo montmorillonítico (Grist 1982).

Las plantas toman de la solución del suelo la cantidad de fósforo que necesitan para su desarrollo. Cuando las plantas son cosechadas, el fósforo que contienen los residuos puede retornar a la polución del suelo. El fósforo aprovechable es bajo en los suelos alcalinos, o muy ácidos, aumenta a medida que sube el pH y llega a un máximo en los suelos neutros (Tascon 1985).

La respuesta del arroz al potasio ha sido siempre menos frecuente que las respuestas al nitrógeno y al fósforo y a veces es errática. No obstante, a este elemento se le atribuye la resistencia al volcamiento, la baja susceptibilidad a algunas enfermedades y el incremento de la eficiencia del nitrógeno y el fósforo que se añaden al suelo. Parece que la aprovechabilidad del potasio tiende a disminuir en condiciones de inundación pues forma compuestos insolubles con el aluminio y el hierro reducidos, cambien porque el exceso de dióxido de carbono y de ácidos orgánicos y la falta de oxígeno hacen que la planta pierda la capacidad de absorber este elemento (Cordero 1993).

La falta de azufre ocasiona un crecimiento achaparrado con amarillamiento de las hojas, aunque es raro que se le encuentre en forma aguda, sí se ha observado en algunas áreas y es posible que una deficiencia de ese elemento esté más difundida de lo que se piensa. Por lo general, el azufre contenido en fertilizantes tales como el sulfato de amonio y el superfosfato simple es suficiente para satisfacer cualquier deficiencia de este. De hecho, es posible que las respuestas a esos abonos comunes no siempre se deban solo al nitrógeno o al fósforo que contienen, sino también al azufre que aportan (Cordero 1993).

El arroz es único en su género en cuanto a que la planta absorbe grandes cantidades de silicio ya que este elemento se encuentra presente en todas las partes de la planta. Se ha sugerido que los beneficios que el silicio aporta a la planta son de naturaleza mecánica, tales como dar resistencia a los ataques de plagas y enfermedades, aumentar su resistencia al acame, estimular el crecimiento erecto y reducir las pérdidas por transpiración. Aunque en otras gramíneas la falta de silicio afecta su rendimiento solo en forma ligera en el arroz lo disminuye de manera considerable (Cordero 1993)

El conocimiento del papel que desempeñan los elementos menores o micro nutrientes con relación al crecimiento del arroz es incompleto, pero hay razones para pensar que tienen una función importante en todas las etapas de desarrollo de la planta. Con frecuencia es posible que se encuentre que el factor limitante del desarrollo o del rendimiento sea la deficiencia o el exceso en el suelo de un elemento, o elementos distintos al nitrógeno, al fósforo y el potasio, aunque los requerimientos de ese elemento o elementos sean muy pequeños (Grist 1982).

## **2.2 Efecto de la inundación sobre las propiedades químicas del suelo**

### **2.2.1 Transformaciones del Nitrógeno**

El nitrógeno que existe en el aire y tan bien disuelto en el agua de inundación, puede bajar hasta la capa oxidada donde es fijado por algas y bacterias transformándose en nitrógeno orgánico. Este nitrógeno, que está unido a la materia orgánica, y el proveniente de los residuos de plantas puede sufrir una mineralización hasta transformarse en amonio, compuesto utilizable por las plantas de arroz. Si en la capa oxidada está presente el ión amonio, ya sea porque existe en el suelo o porque se ha agregado como fertilizante, este se puede oxidar hasta convertirse en nitratos, los cuales descienden hasta la capa reducida donde puede quedar inmovilizado en la materia orgánica o bien perderse por lixiviación. También se dan procesos como la desnitrificación, que es el proceso de la reducción de los nitratos al transformarse en óxidos de nitrógeno y en nitrógeno. Los nitratos se convierten primero en nitritos en la capa reducida del suelo y luego

se transforman en gases tales como  $N_2O$  y  $N_2$ , que escapan a la atmósfera. La mineralización del nitrógeno orgánico tiene lugar solamente hasta la producción de amonio, que es bajo condiciones reducidas del suelo que tiende a acumularse en suelos inundados (León 1981).

### **2.2.2 Reducción del manganeso y del hierro**

Al inundarse un suelo y descender entonces el potencial redox, los óxidos de manganeso se transforman en iones de manganeso y en consecuencia su contenido aumenta en la solución del suelo, en suelos ácidos, pobres en materia orgánica el contenido de manganeso al cabo de días después de ser inundado aumenta hasta alcanzar concentraciones tóxicas (León 1981).

Según Grist (1982), uno de los cambios químicos más importantes que tiene lugar cuando un suelo se inunda, es la reducción del hierro y el consecuente incremento de su solubilidad. La reducción del hierro resulta favorecida por la ausencia de sustancias de alto nivel oxidativo como nitritos y óxidos de manganeso. En un suelo inundado la concentración de ión ferroso aumenta con la profundidad y alcanza un equilibrio a los 4 cm, mientras que el ión férrico, disminuye con la profundidad. El hierro total disminuye notablemente con la profundidad de la capa reducida.

En un suelo inundado la disponibilidad del oxígeno baja a cero en menos de un día. Los microorganismos aeróbicos consumen rápidamente el poco oxígeno que haya quedado y se vuelven latentes o mueren. Los microorganismos anaeróbicos se multiplican y llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica, utilizando compuestos oxidados, como resultado de estos procesos suceden en el suelo algunos cambios físicos químicos (Tascon 1985)

### **2.2.3 Cambio de pH**

Cualquiera que sea el pH original del suelo, después de inundado llega, aproximadamente en tres semanas a valores entre 6.5 y 7.5, los cuales se

mantienen mientras dure la inundación. En los suelos ácidos el pH aumenta debido a la reducción de óxidos mangánicos e hidróxidos férricos, lo que deja libre iones hidrónio (León 1981).

#### **2.2.4 Reacciones Oxido-Reducción**

Las reacciones de óxido-reducción son aquellas en las cuales hay transferencia de electrones de un donante (agente reductor) a un receptor (agente oxidante). Actúan como oxidantes aquellos elementos cuyo potencial estándar es negativo (menor que el hidrógeno), y como reductores los positivos. Cuando los suelos son ácidos con un alto potencial redox, contenidos relativamente altos de materia orgánica y de hierro, son inundados, su estado de reducción baja drásticamente. (León 1981).

#### **2.2.5 Aumento de la conductividad eléctrica**

Otra de las propiedades del suelo que se modifican con la inundación es la conductividad eléctrica, propiedad que permite medir el contenido de sales del suelo. Las sales del suelo pueden aumentar con la inundación y después de siete semanas tiende a estabilizarse (León 1981).

### **2.3 Malezas en el cultivo**

Las malezas compiten con el cultivo por agua, luz, nutrientes, reduciendo la capacidad productiva, además de interferir durante el manejo y la cosecha. También las malezas pueden servir de hospederos de plagas y enfermedades o causar alelopatía, impidiendo un buen desarrollo del cultivo (Pla 1995).

El control de malezas en los arrozales es indispensable, pero el grado de efectividad y logro de los propósitos, se puede conseguir por varios sistemas, basados en el conocimiento del suelo, de las condiciones ecológicas, de los costos regionales y de la población de malezas; para tener medida de su valor y seleccionar los sistemas mas adecuados (González 1983).

En el sistema de riego se tiene una mayor homogeneidad del suelo, debido a que el agua uniformiza las reacciones químicas a nivel de parcela y entre parcelas; sin embargo la diversidad de vida aumenta (insectos, malezas, etc), lo que produce un ecosistema más estable (Angladete 1974).

En el sistema de riego se dan subtipos de ecosistema, lo que permite que sea mayor la diversidad de las malezas, además se crean sub-ecosistemas que según González (1983), son los siguientes:

- Tierra sobresaturada, ambiente acuático.
- Tierra sobresaturada, ambiente húmedo.
- Tierra húmeda, ambiente húmedo.
- Ambiente acuático y húmedo.
- Tierra seca, ambiente húmedo.

Dentro de los ecosistemas inundados, las malezas se pueden clasificar según el hábitat que ocupen, así podemos encontrar malezas flotantes; que son plantas cuyo cuerpo flota sobre el agua como *Eichornia crassipes*, que posee pecíolos ensanchados que actúan a manera de flotadores. También podemos encontrar plantas emergentes; que son plantas que enraízan en el fondo, pero durante su crecimiento parte de su estructura sale a la superficie del agua, por ejemplo *Cyperus luzulae*. Además existen las plantas marginales que crecen en los márgenes de los canales y en los bordes de los camellones, por ejemplo *Heteranthera* sp. Por último encontramos las plantas sumergidas que permanecen totalmente sumergidas en el agua, tal es el caso de la especie *Elodea canadense*, maleza poco común en los arrozales (González 1983).

## **2.4 Principales plagas insectiles del cultivo**

### **2.4.1 Sogata (*Togasodes orizicolus*)**

Esta plaga a pesar de que puede encontrarse sobre plantas de arroz en diferentes estados de desarrollo, especialmente durante las épocas donde se registran mayores niveles de población, se ha observado que se alimenta preferentemente sobre plantas de arroz jóvenes posiblemente entre otras causas, por ser los tejidos más tiernos y por lo tanto adecuados para su alimentación (Meneses 2001).

El insecto comienza a alimentarse de las plantas desde que estas tienen pocos días de germinadas; pero el daño principal es la inoculación del agente causal del virus de la hoja blanca (VHB). Se observa los primeros síntomas en las plantas afectadas, en función de la edad de las mismas, estos son apreciados en las hojas que emergen después la inoculación del virus y consisten en áreas cloróticas o en lesiones típicas en dependencia de la variedad (Meneses 2001).

### **2.4.2 Picudo acuático del Arroz (*Lissorhoptus brevirostris*)**

Es la plaga de más difícil control, debido a los hábitos de adultos y larvas. Los adultos de ambos sexos son de color grisáceo oscuro. Las gramíneas son las principales hospedantes para los diferentes estados de desarrollo, destacándose por su abundancia en los campos: *Brachiaria mutica*, *Paspalum distichum* y *Echinochloa colona*. Las mayores densidades de población de *L. brevirostris* se producen en la época del año en que se combinan temperaturas promedio entre 25 y 27 °C. El daño principal es producido por las larvas, las cuales se alimentan de las raíces de las plantas hospedantes, impiden el desarrollo de estas y la absorción de nutrientes. Para señalización de *L. brevirostris* se recomienda efectuar un muestreo comenzando las siembras, a los 15 días de germinadas las plantas, con el objetivo de determinar la presencia de adultos en esta etapa fenológica del arroz antes del aniego permanente (Meneses 2001).

### **2.4.3 Chinche del arroz (*Oebalus insularis*)**

Este insecto es considerado como una de las tres plagas más importantes del arroz. Existe una estrecha relación entre la incidencia de la plaga y la paniculación del arroz y de otras poáceas que crecen y se desarrollan en los arrozales. En los campos de arroz con infestación de gramíneas son generalmente más atacados por el chinche que los campos libres de maleza, ya que el insecto prefiere ovipositar y desarrollar el estado ninfal en las gramíneas, fundamentalmente del género *Echinochloa*. En las fases de floración del arroz y cerosa del grano se presentan afectaciones en rendimiento, aunque más tolerante que en el estado lechoso del grano, etapa en donde se debe extremar las precauciones en muestreo y el control de esta plaga importante del arroz. La práctica de eliminación de restos de cosecha es de suma importancia para incrementar el control de las plagas, pero en el chinche es aun más importante, pues este insecto vive en sus etapas juveniles en estas malezas y posteriormente invadirían y afectaría al cultivo de arroz (Gutiérrez 2001).

### **2.4.4 Palomilla (*Spodoptera frugiperda*)**

Contrario a *L. brevirostris* existe una relación negativa entre la incidencia de la palomilla y el establecimiento de la lámina de agua en los campos de arroz, afectando esta fundamentalmente hasta el establecimiento del aniego permanente en los campos, a partir del aniego permanente de los mismos, disminuye considerablemente esta plaga. Las larvas de *Spodoptera frugiperda* pueden ocasionar daño durante todo el periodo vegetativo del cultivo, fundamentalmente hasta el establecimiento del aniego permanente los campos, el mayor riesgo es durante la etapa de plántula, fundamentalmente cuando esta se encuentra en los últimos instares, motivado por el alto porcentaje de área foliar que consume. Ya que la mayor incidencia de *Spodoptera frugiperda* ocurre cuando las plantas tienen entre los 5 y 8 días de germinadas las semillas y cerca de esta fecha se realiza la primera aplicación de herbicidas es por la utilización del manejo del agua es el método más recomendado para el control de la palomilla. Inundar el campo

por 20 horas es lo correcto para el control de todos los estadios del insecto. (Gutiérrez 2001).

## **2.5 Principales enfermedades del cultivo**

### **2.5.1 Añublo o quemazón del arroz (*Pyricularia grisea*)**

Este hongo es el limitante biótico más importante en el cultivo de arroz en Costa Rica, conocida internacionalmente como añublo o quemazón del arroz. Es casi norma natural que donde haya arroz (*Oriza sativa*), tarde o temprano habrá *Pyricularia*, esto significa en términos agronómicos que el cultivo del arroz se encuentra constantemente amenazado. Las lesiones varían desde pequeños puntos color café hasta la típica mancha en forma de rombo, con su parte color verde oliva, gris o blanco papeloso, limitada (no siempre) por un borde fino café oscuro, en algunos casos, la lesión se rodea por un halo amarillento. El hongo puede atacar diferentes partes de la planta tales como: hoja, collar foliar, nudo del tallo y la panícula. El desarrollo de *Pyricularia grisea* involucra una etapa de supervivencia en la que el hongo sobrevive en restos de cosecha hasta por seis meses, cuando los residuos se incorporan por labranza la cantidad de inóculo se reduce drásticamente, ya que el hongo posee poca habilidad saprofitica (Muller, 1984).

Las pérdidas en rendimiento y calidad e grano que produce *Pyricularia*, obligan a aplicar diversas estrategias que minimicen el daño sobre el cultivo y el respectivo perjuicio económico, tales estrategias se conforman por una serie de prácticas conducidas a la reducción del nivel de enfermedad, las cuales deben ser manejadas con criterios biológicos, económicos y ambientales, incluida la salud del ser humano. El manejo de *Pyricularia* implica los combates por resistencia, cultural y químico (Muller, 1984).

### **2.5.2 Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*)**

Los síntomas se localizan inicialmente en las vainas del tercio basal del tallo, posteriormente se observan en la lámina foliar de las hojas bajas, la lesión típica tiene forma elíptica irregular, tiene color verde grisáceo con centro blanco plateado rodeada por un margen café rojizo. Los tallos afectados por *Rhizoctonia solani* se pudren y parten fácilmente, causando volcamiento y la incidencia y severidad del añublo de la vaina están propiciadas por el uso de variedades altamente susceptibles expuestas a fertilización con altos niveles de nitrógeno y a siembras que originan altas poblaciones de plantas. La importancia económica del añublo de la vaina en Costa Rica se concentra en factores de las variedades en uso con condiciones morfológicas, generadoras de microclimas favorables al patógeno, también a que no se dispone de variedades con el nivel de resistencia adecuado, así como de la extensión del arroz anegado, ya que esto agrava la expresión de la enfermedad. El control de la enfermedad incluye prácticas culturales que incidan en la reducción de inóculo primario tales como quema de socas, eliminación de plantas hospedantes, labranza y velación, también prácticas de cultivo que reducen la tasa de infección como: la densidad de siembra, manejo de la nutrición, y de la lámina de agua. En Costa Rica no hay variedades de arroz disponibles con el nivel adecuado de resistencia a *Rhizoctonia solani* (MAG, 1991).

### **2.5.3 Virus de la hoja blanca (VHB)**

El VHB se transmite únicamente por el insecto *Togamosa orizicolus*. El virus es portado en el interior del insecto, cuando el insecto virulífero se alimenta de una planta sana, se produce la transmisión del virus a la planta. El VHB no se transmite por semilla. La transmisión es persistente con periodos de adquisición hasta de una hora. Al ser afectado por el virus, la sogata tiene la capacidad genética de producir individuos no vectores, resistentes al virus. Este fenómeno parece ser un factor determinante en la ocurrencia y duración de epidemias de la hoja (Muller, 1984).

La habilidad del virus de multiplicarse en el vector y de transmitirse verticalmente a la progenie a través del huevo facilita la persistencia del virus en el vector en ausencia de arroz en el campo, *T. orizicolus* puede transmitir el virus a malezas como *Echinochloa colonum*, *Leptocloa filiformis* y *Digitaria sanguinalis*. *Sogatodes cubanus* es el vector principal de VHB entre las malezas, aunque no se considera que tenga un papel importante en la transmisión del virus a las plantas (MAG, 1984).

Los síntomas de la enfermedad en las hojas son puntos amarillentos bien definidos sobre el verde normal de la hoja. Los puntos se fusionan formando estrías discontinuas blancuzcas paralelas a las venas. Las rayas se fusionan a lo largo y ancho de la lámina foliar conformando bandas blancuzcas de bordes o márgenes irregulares. En el campo los síntomas pueden confundirse con albinismo, toxicidad por gramínicidas sistémicos, toxicidad por herbicida clomazone y ataque severo de acaros. En los últimos años las afecciones han disminuido en la mayoría de las zonas productoras de arroz; talvez, porque los productores han propiciado un control cultural más consistente; un control químico más efectivo del vector, por el uso restringido de la variedad 1821 y posiblemente porque las poblaciones vectoras han comenzado a disminuir (MAG, 1991).

#### **2.5.4 Helminthosporium (*Helminthosporium oryzae*)**

La expresión de esta enfermedad esta muy influenciada por condiciones adversas de crecimiento (estrés) de la planta, por tal motivo algunos consideran que esta enfermedad es más fisiológica que biótica. La fertilidad de los suelos de nuestras zonas arroceras tradicionales, no son altamente predisponentes para que el hongo infecte el tejido y lo colonice a niveles de severidad que conduzcan a reducciones de producción importantes (MAG, 1991).

El hongo sobrevive en el suelo en residuos de cosecha. Hojas y granos enfermos aportan mayor cantidad de inóculo al suelo. Se reporta que este hongo puede sobrevivir en el suelo hasta por tres años. En sistema de secano se ha visto que el *Oriza latifolia* es el principal hospedante de helminthosporium. Las

manchas típicas son ovaladas, relativamente uniformes y muy jóvenes son pequeñas y generalmente de color café oscuro. La mayoría de las manchas tienen un halo amarillento alrededor de sus márgenes. El manejo de *Helminthosporium* se concentra en distribución de tejido enfermo uso de variedades resistentes, uso de semilla certificada, tratamiento de semilla con funguicidas (MAG 1991).

#### **2.5.5 Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*)**

La infección se presenta en la parte superior de la vaina en el estado de embuchamiento. Los síntomas tempranos son manchas oblongas a irregulares, con centro gris y márgenes cafés o totalmente color marrón. Las lesiones se agrandan, a menudo se unen, y afectan toda la vaina de la hoja. Infecciones severas pueden causar exersión parcial de la panícula. Panículas que no emergen se pudren y muestran un crecimiento abundante de polvillo fungoso dentro de la vaina de la hoja. Panículas que emergen parcialmente pueden producir granos escasamente llenos (MAG, 1991).

#### **2.5.6 Añublo bacterial de la hoja (*Xanthomonas oryzae*)**

Los síntomas aparecen antes de la emergencia de la panícula o durante la floración. Las lesiones pueden iniciarse en cualquier parte de la hoja, pero frecuentemente comienzan en los bordes cerca de la punta de las hojas. La lesión joven es una raya verde claro o verde grisáceo y de apariencia húmeda que luego se ensancha volviéndose luego amarilla a blanca en pocos días. Estas lesiones avanzan rápidamente paralelas a las nervaduras y se extienden en dirección lateral hacia las partes sanas, eventualmente las lesiones pueden cubrir toda la hoja, la cual toma una apariencia gris debido al crecimiento de hongos saprófitos; finalmente la hoja muere. La bacteria sobrevive en rastrojo de arroz y en malezas hospederas, en semillas y suelo puede sobrevivir por periodos cortos. En el trópico puede sobrevivir en el agua de irrigación.

La bacteria penetra a través de heridas en las hojas y raíces, multiplicándose por xilema. Vientos fuertes que causan heridas, deficiencia de potasio y exceso de nitrógeno también favorecen la enfermedad. La severidad de la enfermedad en parte depende de las razas presentes, la bacteria puede ser diseminada por el agua de irrigación, por lluvias con viento intenso, también por el contacto de planta a planta (Monge 1987).

### **2.5.7 Pudrición café de la vaina (*Pseudomonas fuscovaginae*)**

Los síntomas son más evidentes desde la etapa de embuchamiento hasta la maduración, en el campo cuando se abren las plantas, los tallos enfermos presentan una coloración café púrpura dada por puntos minúsculos que se esparcen como atomizados ascendentemente por toda la vaina que abraza al tallo lluvias con viento intenso, también por el contacto de planta a planta (Monge 1987).

La bacteria sobrevive a niveles bajos en la semilla y como epífita en algunas malezas gramíneas que sirven como fuente de inóculo en el campo. En Costa Rica, la enfermedad se ha visto en todas las zonas arroceras del país. Algunas prácticas de control son el uso de semilla certificada, incorporación profunda de residuos de cosecha, control eficaz de malezas, control eficaz de insectos que atacan la panícula y evitar excesiva fertilización nitrogenada (Monge 1987).

## **2.6 Contenido de elementos nutritivos y su relación con la susceptibilidad de la planta a bacteriosis <sup>1</sup>**

Hay una relación entre la toxicidad de hierro (Fe) y la Bacteriosis. Lo ideal es que el Manganeseo (Mn) sea mayor que el hierro; sin embargo la realidad es la inversa. Si el nivel de Mn es bajo no se absorben bien el Calcio (Ca) y el Silicio (Si) y habrá una mayor incidencia de *Helminthosporium*.

---

<sup>1</sup> Vargas, E. 2004. Contenido de elementos en la planta y su relación con la susceptibilidad a Bacteriosis. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal

El clima es el disparador de la bacteria, a pesar de que es una combinación de factores: el sereno permite a la bacteria meterse en los tejidos de la cápsula floral hasta el estado de leche (la fase de infección es muy rápida), y este factor es más importante cuando hay deficiencia de Ca y el Si. Es importante tomar en cuenta que durante la etapa del embuchamiento el Fósforo (P) foliar se cae, y en el invierno hay menos sereno, pero hay días calientes, noches frescas y una humedad relativa mayor del 80% para punto de condensación. El viento seca el sereno, lo que disminuye la posibilidad de bacteria. Otro factor que puede influir es la deficiencia de Zinc (Zn) que causa debilidad en la hoja bandera. La aplicación de Zn tiene acción bactericida y contrarresta la toxicidad de hierro.

El microclima del cultivo incide mucho en la infestación, y a través del follaje se lleva a cabo de la siguiente forma: con sereno y una humedad relativa alta, la bacteria está en las hojas como epífita, y va subiendo en la planta sin presentar síntomas, y lo mismo ocurre en las malezas presentes en el cultivo, conviviendo (sobreviviendo) a través de los exudados foliares; los síntomas aparecen cuando hay “quórum”. El bactericida y el cobre no eliminan la bacteria ni son limpiadores, pero sirven para la protección de la espiga. Los inductores de resistencia son funcionales en esta etapa.

## **2.7 Caracterización de las variedades**

### **2.7.1 Fedearroz 50**

Fedearroz 50 es la primera variedad de semilla que ha lanzado al mercado la Federación Nacional de Arroceros -Colombia, como producto de la labor de investigación profesional y con ocasión de los 50 años de existencia de la agremiación.

Las características agronómicas Fedearroz 50 son las siguientes:

Período vegetativo	115 a 130 días
Macollamiento Intermedio	En sistemas de siembra tradicional
Tipo de Planta	semicompacta
Tallos	Fuertes y flexibles con alta resistencia al vuelco
Hoja Bandera	Erecta, presenta senescencia tardía y en algunos casos se observa un bronceado de la hoja al final del ciclo de cultivo
Vaneamiento	12% - 25%. Compensado con mayor número de granos por panícula
Rendimiento en Molinería	Bueno

El comportamiento agronómico de Fedearroz 50 es el siguiente:

- -Resistente a seis linajes de *Pyricularia grisea*, (hoja y cuello).
- -Tolerante a *Helminthosporium*, y complejo de manchado de grano.
- -Tolerante al virus de la Hoja Blanca.
- -Moderadamente susceptible a *Sarocladium*.
- -Susceptible a *Rhizoctonia*.
- -Muy resistente al daño mecánico de Sogata.
- -Tolerante a *Hydrellia* y Barrenadores (*Diatrea*; *Rupella*).
- -Susceptible al enrollador de la hoja (*Syngamia*).

Deben utilizarse entre 180 y 250 kilogramos de semilla por hectárea, según el tipo de suelo y zona arrocerá. En la medida en que se incrementa la densidad de siembra, disminuye el macollamiento y la variedad Fedearroz 50 se hace más propensa a la *Rhizoctonia*.

Algunas recomendaciones de manejo para Fedearroz 50 son las siguientes:

- Para conservar la estabilidad genética de la variedad FEDEARROZ 50, y evitar la contaminación de los lotes con malezas, plagas y enfermedades no propias de la zona -utilice siempre semilla certificada.
- Para inducir germinación es recomendable no hacer inundación del lote, lo apropiado es hacer mojes.
- El control de sogata con una virulencia menor al 3%, debe efectuarse cuando las poblaciones sean superiores a 200 insectos por 10 pases dobles de jama en los primeros 25 días de edad del cultivo. Cuando la virulencia es mayor al 3.1% el control debe efectuarse con poblaciones menores de 50 insectos por 10 pases dobles de jama.
- Para el control de sogata y otras plagas utilice productos selectivos y de bajo impacto ambiental.
- Para disminuir la incidencia de *Rhizoctonia* se utilizan las densidades de siembra recomendadas para la región y tipo de suelo. Además utilice bajas láminas de agua para que la enfermedad no progrese hacia las partes superiores de la planta.
- La cosecha debe realizarse con una humedad de grano del 24%. Dependiendo del sistema de siembra, se utilizan de 150 - 200 Kg/Ha. de semilla.

- La época de floración y llenado de todas las variedades, en especial de FEDEARROZ 50, deben coincidir con un periodo seco y un brillo solar superior a 160 horas / mes.
- Fedearroz 50 no se debe sembrar en alturas superiores a 1.200 msnm (metros sobre el nivel del mar), ni en zonas donde el agua de riego sea muy fría, debido a que se induce a un mayor vaneamiento.

### **2.7.2 CR 1821**

Esta variedad tiene alta capacidad de producción potencial (11t/ha) y excelente calidad molinera. Fue seleccionada del cruce de IR 22/F1 (IR 930-147-8COL1) por el programa de investigaciones en arroz del Ministerio de Agricultura y Ganadería y liberada en 1985. Tiene alta respuesta a las aplicaciones de nitrógeno (180 kg de N/ ha), es muy exigente a la fertilidad de los suelos, principalmente en relación con el potasio, ya que es altamente extractora de este elemento (Cordero 1993).

Para Cordero (1993), esta variedad es resistente a *Pyricularia oryzae* y otras enfermedades afectan al cultivo pero susceptible a *Helminthosporium* y *Rhynchosporium*. Tiene gran capacidad de macollamiento y resistencia al acame. Sus hojas inicialmente son laxas pero después de los 40 días se tornan erectas.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización**

El trabajo se realizó en la finca Ranchos Horizontes, perteneciente a empresas Hylton, la misma se encuentra ubicada en el distrito de Cañas, en el cantón de Bagaces, provincia de Guanacaste; localizada a 10<sup>0</sup> 21' latitud norte y 85<sup>0</sup> 12' longitud oeste (Coordenadas geográficas) a una altura de 36 msnm.

La finca posee una extensión de total de 3400 hectáreas, de las cuales 867 ha se encuentran dedicadas al cultivo del arroz. Ranchos horizontes esta ubicada dentro del proyecto Arenal-Tempisque por lo cual es favorecida por las aguas del Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA).

#### **3.2 Clima**

La finca se encuentra dentro de la zona de vida de Bosque seco tropical, que presenta dos estaciones bien definidas: una seca que va desde finales de noviembre a finales de abril y otra lluviosa desde mayo hasta noviembre. (Holdridge 1982).

##### **3.2.1 Temperatura**

Presenta una variación promedio de 9.4 grados de un mes a otro, la temperatura máxima promedio es de 32.4 °C, y mínima de 23 °C, para una temperatura media anual de 27.7 °C. (IMN; Periodo1984-2003).

##### **3.2.2 Humedad relativa**

La humedad relativa durante el periodo lluvioso oscila entre 80-85%, mientras que durante la época seca varía entre 55-60%, para una humedad relativa promedio anual de 68%. (IMN; Periodo1984-2003).-

### **3.2.3 Precipitación**

La precipitación promedio anual, según los datos recolectados por una estación meteorológica ubicada en el ingenio TABOGA, indica que la precipitación anual en el periodo de 1984-2003, es de 1560 mm anuales.

### **3.2.4 Heliofania**

Esta puede llegar a alcanzar 9.8 horas diarias de brillo solar en los meses mas soleados (Enero a Abril) y 4.5 horas en los meses mas nublados (Agosto a Septiembre). El valor astronómicamente posible de horas puede disminuir hasta en un 40% como consecuencia de la nubosidad (Sanabria, 2000).

### **3.2.5 Vientos**

Esta región esta influenciada por dos tipos de vientos dependiendo del periodo, presentándose en la época seca los vientos Alizos del Noreste, con ráfagas de hasta 70 km/h; mientras que en época lluviosa, los vientos Mongólicos del sureste son los que predominan a una velocidad de 4 km/h (Sanabria, 2000).

## **3.3 Suelos**

Los suelos que circunscriben a las zonas depresionales del Río Tempisque y Bebedero son los vertisoles, se pueden encontrar algunas secciones de inceptisoles en el valle del río bebedero (Bertsh, 1998).

Los vertisoles son suelos en los cuales predominan las arcillas montmorilloníticas, de estructura 2:1, de tipo expandible con una gran superficie específica, y características de alta cohesión, alta pegajosidad y alta plasticidad y una alta capacidad para retener agua, esto ocasiona serias dificultades de movimiento vertical de agua, los suelos resultan prácticamente impermeables y por lo tanto se inundan en invierno. Poseen altos contenidos de calcio y

magnesio, con un horizonte “A” que normalmente es de color oscuro. Sus limitantes productivas son esencialmente físicas, no nutricionales (Bertsh, 1998).

Los inceptisoles se caracterizan por presentar cambios en su composición química y mineralógica según sea el origen de éstos; no hay dominancia de algún material en especial y en general, lo que se encuentra en ellos son mezclas de varios tipos de arcillas y materiales primarios. Estos suelos presentan entre sus limitantes más severas, bajo contenido de bases y en algunos casos desarrollo leve y poco profundo (Bertsch, 1998).

### **3.4 Zona de vida**

Se encuentra dentro del bosque tropical seco, lo que implica ausencia de lluvia, en un periodo de tiempo donde normalmente la evaporación es mayor que la precipitación (Pizarro, 1993).

### **3.5 Periodo de trabajo**

El trabajo se inició el 5 de Julio y se finalizó el 28 de noviembre del 2004, abarcando todo el ciclo del cultivo. Durante este periodo se estuvo incorporado al sistema de producción, y se participó en la mayoría de las labores realizadas en la finca.

### **3.6 Área de muestreo**

La realización de la investigación así como de los muestreos se llevaron a cabo en tres lotes de la finca; lote 201, lote 215 y el lote 102.

#### **3.6.1 Lote 201**

Este lote posee una extensión de 42.6 hectáreas, este fue nivelado con un implemento llamado “Land-Plane”, y no fue fangueado. Se sembró con el sistema

de riego intermitente y se utilizará una sembradora de chorro continuo, la variedad utilizada fue FEDEARROZ 50. En este lote se realizaron muestreos para la valoración de poblaciones de malezas, conteo de poblaciones de plantas de arroz y rendimiento, además de muestreos foliares y para análisis químico de suelos al final del ciclo del cultivo.

### **3.6.2 Lote 215**

Este lote tiene una extensión de 90.4 hectáreas, fue fangueado como parte de la preparación del terreno, se manejó el sistema de riego intermitente. La siembra fue con avión y se utilizó semilla pregerminada de la variedad FEDEARROZ 50. Los muestreos realizados en este lote estuvieron orientados a la valoración de poblaciones de malezas, conteo de poblaciones de plantas de arroz y rendimiento, además de muestreos foliares y para análisis químico de suelos al final del ciclo del cultivo.

### **3.6.3 Lote 102**

Este lote tiene una extensión de 13.5 hectáreas, se fangueó como parte de la preparación del terreno, se manejó el sistema de riego intermitente. La siembra se efectuó con avión y se utilizó semilla pregerminada de la variedad CR 1821. En este lote se realizaron muestreos para la valoración de poblaciones de malezas, conteo de poblaciones de plantas de arroz y rendimiento, además de muestreos foliares y para análisis químico de suelos cuando termine el ciclo del cultivo.

## **3.7 Variables evaluadas**

### **3.7.1 Preparación de terreno y siembra**

Se realizó una calibración a la sembradora de chorro continuo de acuerdo a la cantidad de semilla y fertilizante a aplicar. Además se realizó una descripción

de la maquinaria y equipo utilizado en las labores de preparación así como en la siembra para los diferentes lotes.

### **3.7.2 Población de plantas**

En el lote 201 se hizo el recuento de plantas de arroz en muestras de un metro lineal dividido en dos hileras de 0.5 m cada una. La población de plantas obtenida se extrapoló a un metro cuadrado ( $m^2$ ) considerando la distancia entre hileras de siembra. En este lote se realizaron 25 muestreos, cada uno de estos distribuidos en forma de zig zag de tal manera que se cubriera toda el área sembrada. En los lotes de 215 y 102 se consideraron 68 y 15 puntos de muestreos respectivamente para el conteo de plantas de arroz, cada uno de estos puntos distribuidos en forma de zig zag dentro de los sublotes de cada lote utilizando una cuadrícula de 25 x 25 cm, la población de plantas obtenida se extrapoló a un metro cuadrado ( $m^2$ ).

El recuento de plantas se efectuó antes y después del macollamiento. La evaluación antes del macollamiento se realizó a los 9 días después de la emergencia (dde) contando el total de plantas madres. Por su parte el conteo de plantas después del macollamiento se realizó cerca de los 85 dde siguiendo el mismo procedimiento que el anterior, con la variante de que se consideraron plantas madres, macollos (hijos) y plantas que no macollaron (solteras), además se realizó una clasificación de los tallos encontrados como tallos con potencial productivo (tallos capaces de producir panícula), tomando como criterio la edad del cultivo y el nivel de desarrollo de cada planta, valoración hecha en el momento de tomar la muestra.

### **3.7.3 Densidad de malezas**

La densidad de malezas se obtuvo haciendo un recuento de todas las diferentes malezas presentes en una cuadrícula de 0.5 x 0.5 m. Estas plantas fueron identificadas por género y especie. Los muestreos se realizaron cerca de

los 21 días (dde) previo a la aplicación para su combate y al azar dentro de cada uno de los lotes y sublotes, de tal forma que se cubriera toda el área sembrada. Los herbicidas utilizados para el control de malezas se discuten en su respectivo capítulo.

El número de muestras en cada lote fue variable, esto debido a la extensión de cada uno de ellos; en el lote 215 se tomaron 45 muestras, en el lote 201 se tomaron 20 muestras y en el lote 102 se realizaron 15 muestras.

### **3.7.4 Condición fitosanitaria**

Se dió seguimiento a las plagas y enfermedades que se presentaron durante el ciclo del cultivo por medio de visitas periódicas a la plantación para hacer la respectiva observación e identificación. Se realizó una descripción de los productos utilizados para el control de las diferentes plagas y enfermedades, así como del momento de aplicación y su objetivo.

#### **3.7.4.1 Control de *Steneotarsonemus spinki***

Debido a que en la cosecha anterior se identificaron síntomas del ácaro del vaneo del arroz (*Steneotarsonemus spinki*), cuya presencia fue oficialmente determinada en mayo ese año (2004), se decidió dar especial seguimiento a esta plaga con el fin de determinar el daño que eventualmente pudiera ocasionar, para este fin se procedió de la siguiente forma: se realizó un muestreo cerca de los 60 días después de la emergencia (dde), el segundo muestreo se realizó cerca de los 7 días después de la aplicación para su control.

La metodología para cada uno de los muestreos fue la siguiente:

- El lote se divide en tercios, tomando en cuenta la geometría del lote.
- Para el caso de lotes rectangulares se considera la longitud para la división en tercios y el ancho para la división en medios.

- De cada uno de los tercios se extrae un total de tres plantas, en las cuales se analiza con la ayuda de una lupa de 20x del tallo madre y dos tallos hijos.
- Se consideran vaina 1 a la de la hoja bandera y vaina 2 y 3 las inferiores a ésta.

Por ser esta plaga encontrada por primera vez en arrozales comerciales de la zona durante la temporada anterior a la de realización del presente trabajo se consideraron metodologías propias para evaluar la presencia de esta plaga en dicha temporada al no existir estrategias claras de control.



**Figura 1. Método de evaluación de Condición fitosanitaria. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

### **3.7.5 Manejo nutricional**

#### **3.7.5.1 Fertilización**

Se analizaron las cantidades de elementos que se utilizaron en los diferentes lotes, las fórmulas, los productos utilizados en la fertilización foliar así como las etapas fonológicas del cultivo en el momento de la aplicación y los criterios en que se basa la finca para la adición del fertilizante.

**Cuadro 1. Guía para la interpretación de análisis Químico de Suelos**

	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
<b>pH</b>	<5.0	5.5-6.5	>6.5
<b>Bases intercambiables (cmol (+)/L)</b>			
<b>Calcio (Ca)</b>	<4	4-20	>20
<b>Magnesio (Mg)</b>	<1	1-10	>10
<b>Potasio (K)</b>	<0.2	0.2-1.5	>1.5
<b>Fósforo y elementos menores (mg/L)</b>			
<b>Fósforo (P)</b>	<10	10-40	>40
<b>Manganeso (Mn)</b>	<5	5-50	>50
<b>Zinc (Zn)</b>	<3	3-15	>15
<b>Cobre (Cu)</b>	<1	1-20	>20
<b>Hierro (Fe)</b>	<10	10-50	>50
<b>Relación entre bases</b>			
<b>Ca/Mg</b>	<2	2-5	>5
<b>Mg/k</b>	<2.5	2.5-15	>15
<b>Ca+Mg/K</b>	<10	10-40	>40
<b>Ca/K</b>	<5	5-25	>25
<b>% MO</b>			
	<2	2-4.5	>4.5

**Fuente Kasss. 1996.**

### 3.7.5.2 Análisis foliares

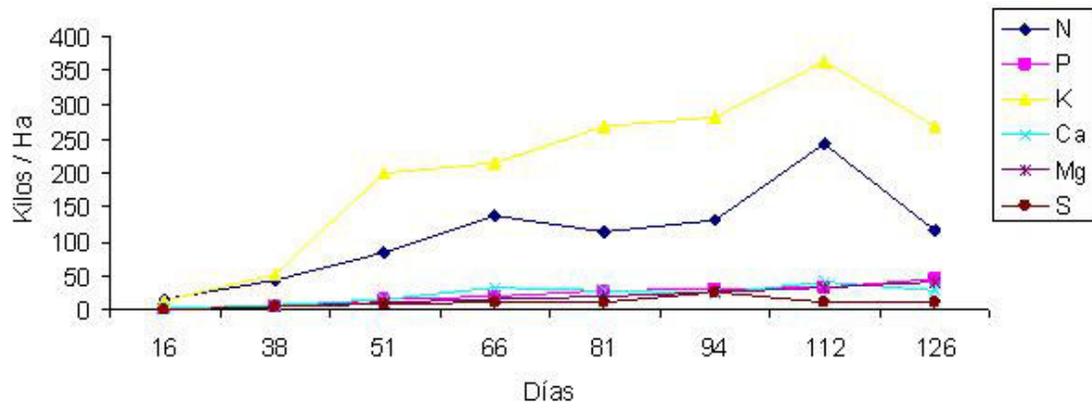
Se realizaron análisis foliares representativos de cada lote en las diferentes etapas fonológicas del cultivo, con el fin de determinar el estado nutricional de la plantación. El primer análisis se realizó durante la etapa de macollamiento 45 días después de germinado y el segundo durante la etapa de embuchamiento entre los 70-80 ddg. La toma de la muestra se realizó tomando la tercera hoja abierta iniciando desde la parte superior de la planta en diferentes puntos del lote; entradas de agua centro y orillas del lote, de tal forma que la muestra fuera representativa del área sembrada. Las muestras se tomaron en dos diferentes etapas del cultivo, al máximo macollamiento y al inicio de la diferenciación del primordio floral, posteriormente las muestras fueron enviadas al laboratorio para el correspondiente análisis. La empresa Abonos del Pacífico (ABOPAC), se encargo del traslado de las muestras hasta el CIA-UCR (Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica). Para la interpretación de los resultados obtenidos se tomó como referencia los niveles de los elementos en las diferentes etapas presentados en cuadro 2.

**Cuadro 2. Guía para interpretación de análisis foliares en diferentes etapas del cultivo.**

	%						mg/kg				
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
<b>Rango (1)</b>	2,6-3,5	0,1-0,2	0,2-0,4	0,2-0,30	1,0-2,2	0,2-0,5	70-300	6,0-20	20-50	30-600	4--25
<b>Rango (2)</b>	2,6-3,6	0,13-0,48	0,2-0,3	0,2-0,3	1,0-3,0	0,1-0,6	50-200	4,0-25	25-50	100-800	15-20

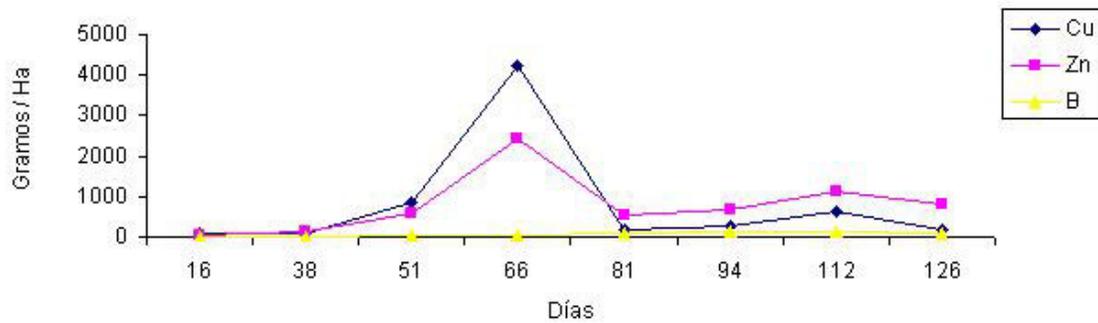
(1) adaptado por el laboratorio de suelos de UCR. Para inicio de panícula.

(2) tomado de Chapman, 1964; Tanaca, Yoshida, 1970; Wolf, B y Benton J, J. 1990 (combinación de autores. Etapa de Macollamiento).



Fuente: Vargas M, Cruz M. 2002.

**Figura 2. Curvas de absorción de elementos N, P, K, Ca, Mg, y S, variedad Fedearroz 50, Guanacaste, 2002.**



Fuente: Vargas M, Cruz M. 2002.

**Figura 3. Curvas de absorción De Cu, Zn, Y B, variedad Fedearroz 50, Guanacaste, 2002.**

### **3.8 Análisis químico de suelos**

Se tomaron muestras de los lotes 215, 201 y 102. Dichas muestras estuvieron compuestas por submuestras, las cuales fueron tomadas en diferentes sitios en forma de zig-zag en cada uno de los sublotes de cada lote, al final se mezclaron todas las submuestras, para obtener una sola muestra representativa del área sembrada.

Posteriormente las muestras fueron enviadas al laboratorio para el correspondiente análisis. La empresa Abonos del Pacífico (ABOPAC), se encargó del traslado de las muestras hasta el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. (CIA-UCR) Para la interpretación de los resultados obtenidos se tomó como referencia los niveles de los elementos presentados en el Cuadro 1.

### **3.9 Cosecha**

Se realizó una descripción de la maquinaria y equipo empleado en las labores de cosecha, así como los criterios a seguir para determinar el momento en que la cosecha debe llevarse a cabo.

La cosecha en esta finca se realizó cuando la plantación tenía aproximadamente 120 días después de germinado en forma mecanizada, utilizando para este fin cosechadoras autopropulsadas (Figuras 23 y 24), con orugas para los terrenos labrados con fanguero y ruedas de caucho en lotes de labranza convencional

### **3.10 Rendimiento**

Se tomaron muestras de un metro cuadrado ( $m^2$ ) al momento en que el cultivo se encontraba en la etapa de madurez fisiológica, en cada una de las muestras se procedió a realizar la trilla para obtener el total del grano de las panículas para separarlo del grano vano pesarlo y así obtener un dato del grano húmedo y sucio, luego se procedió a determinar la humedad y el porcentaje de impurezas de

cada muestra, con estos datos se obtiene un factor de ajuste de la muestra para obtener un rendimiento teórico (RT) en sacos secos y limpios, extrapolando este dato a una hectárea, este rendimiento fue comparado con los datos proporcionados por la arrocera que en este caso es el rendimiento de campo (RC).

Las muestras fueron tomadas al azar dentro de cada uno de los sublotos de cada lote de manera que se cubriera toda el área cultivada. En el lote 215 se realizaron 90 muestreos, en el 201 se determinaron 40 sitios de muestreo, mientras que en el lote 102 se realizaron 15 muestreos.

$$\text{Factor de ajuste} = \text{Peso de la muestra} * \frac{(100-H)}{(100-I)}$$

Donde “H” es el porcentaje de humedad de la muestra y “I” es el porcentaje de impurezas.

### **3.11 Relación costo beneficio**

El beneficio corresponde al ingreso producto de la venta del grano dividido entre los costos de producción. Para este trabajo se tomó en cuenta el rendimiento dado por la arrocera. En relación con los costos de producción los datos utilizados en los diferentes rubros corresponden a costos reales a nivel comercial en la región para la empresa involucrada. Posteriormente se realizó una relación del rendimiento de campo o real entre los costos de producción de una hectárea de arroz para los tipos de labranza utilizados. Para tal fin se llevo un registro de los costos de producción en ambos sistemas de labranza.

### 3.11.1 Tamaño de la unidad de producción.

Para la determinación de este parámetro, se empleo la información brindada por CONARROZ; que utiliza la mediana, que representa el tamaño de la finca que divide a los agricultores en dos partes iguales, evitando así que determinadas concentraciones en la distribución de la tierra afecte la selección el numero de hectáreas, de esta forma se asigna un numero de hectáreas para cada estrato que exista.

**Cuadro 3. Número de hectáreas correspondientes a cada estrato para determinar tamaño de unidad de producción.**

<b>Estrato</b>	<b>Número de hectáreas</b>
Pequeño	8
Mediano	77
Grande	786

FUENTE: PROYECTO IICE- UCR.

### 3.11.2 Mano de obra

Para la determinación de las horas de mano de obra, se utilizó la información suministrada por la administración, la cual no se especifica según las distintas etapas del proceso productivo (preparación, siembra, mantenimiento y cosecha), si no que se hace tomando el total de jornales utilizados en las distintas labores durante el ciclo y se asume un promedio de jornales considerando el total de hectáreas sembradas. Para esta temporada se utilizó un promedio de 2.1 jornales por hectárea.

Con respecto al costo de la mano de obra, este se obtuvo de los decretos mínimos del ministerio de trabajo, que para el segundo semestre del 2004, se fijaron en una remuneración al peón agrícola de ₡ 456.6/hora de trabajo. Se consideró una tasa de cargas sociales de un 44% sobre su salario mínimo, según

lo establece el ministerio de trabajo, dado que estas unidades productivas mantienen una cantidad importante de personal contratado en forma permanente durante el ciclo del cultivo.

### **3.11.3 Labores mecanizadas**

Para la determinación de las labores mecanizadas, dado que la labranza en los diferentes sistemas utilizados en la finca, se realiza con maquinaria alquilada, se determinó una estructura de requerimiento para labranza con fangueo de 2 pases de rueda fangueadora y 1 pase con tubo alisador, 4 aplicaciones de fertilizante con avión, y cuatro aplicaciones de líquido también con avión. Para labranza convencional una rastra fuerte, una rastra liviana, un pase de rufa, rectificación de estructura para el riego (Bordos), 3 aplicaciones de fertilizante con avión y 4 aplicaciones de líquido también con avión.

Para la siembra se consideraron los dos métodos: siembra directa con sembradora convencional que aplica tanto semilla como fertilizante de siembra y siembra al voleo con semilla pregerminada aplicada con avión.

En la etapa de cosecha se utiliza maquinaria especializada alquilada específicamente una cosechadora que incluye las labores de limpieza y transporte con un valor de ₡750/saco de arroz.

### **3.11.4 Insumos**

Para la semilla utilizada, no se definió un costo especial según la variedad, ya que el costo por quintal es el mismo. El plan de aplicación de fertilizantes y agroquímico no difiere entre modalidades de siembra, ya que se utilizaron los mismos en ambos lotes seleccionados para la realización del trabajo. Además de los fertilizantes y agroquímicos, en la modalidad de riego, se incluye un monto de ₡7430/ha de suministro de agua durante el semestre por parte del SENARA.

El costo de transporte de los insumos desde los almacenes hasta la finca está incluido en el precio de los diferentes productos en el caso del fertilizante, los

demás insumos no se consideró, ya que este costo lo asume cada casa comercial como parte de un compromiso con la empresa.

### **3.11.5 Gastos administrativos y de ventas**

El pago de los servicios profesionales de un contador, gerente administrativo un ingeniero agrónomo, así como gastos de oficina, kilometraje de los vehículos y combustible, según los datos proporcionados por la administración se consideraron ¢39000/ha.

Además se incluyó en este rubro un flete del campo a una planta de secado y limpieza de la finca con costo de ¢88/ qq, además de un pago por transporte desde la planta hasta el pelón de la bajura con un costo de de ¢125/ qq, la empresa a la cual se le vendió el producto fue en este caso el Pelón de la Bajura, asume la mitad del costo del transporte, además paga por el secado y la limpieza de arroz ¢200/ saco.

Se determinó en gastos administrativos y venta ¢42.513. /ha, tomando en cuenta el promedio general de rendimiento de la finca que fue de 72 sacos húmedos y sucios.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Manejo del cultivo**

#### **4.1.1 Preparación de terreno.**

Los lotes 215 y 102 fueron manejados bajo el sistema de labranza de fangueo; el fangueo consiste en “mezclar” el suelo con agua, incorporando los rastros, además ayuda al control de malezas impidiendo que crezcan y compitan con el cultivo. Es la opción que se prefirió en estos lotes debido a las condiciones de alta humedad y mal drenaje del terreno, lo cual hace difícil el uso de implementos como la rastra. Para la labor de fangueo a los tractores se les sustituye las ruedas convencionales por ruedas fangueadoras. Cabe mencionar que este lote se ubica en la parte central de la finca y colinda con el canal de riego principal, lo cual hace que el agua no es limitante para este lote, dejándose otro tipo de labranza para otros lotes en donde la entrada del agua se dificulta.

El tractor con rueda fangueadora es de avance muy lento (2 – 4 ha/día), ya que se utiliza maquinaria vieja de bajo valor y de mantenimiento sencillo y se requieren al menos dos pasadas de rolo y una de tubo alisador, con el fin de eliminar las irregularidades en el microrelieve provocadas por la misma rueda fangueadora.

Para Rodríguez (2004), el fangueo aumenta la retención de humedad del suelo, destruye la estructura de las partículas del suelo para reducir la pérdida de agua, y las partículas en suspensión pueden causar encostramientos, muerte de semillas y perderse en el agua (erosión por arrastre) y en el mejor de los casos siempre hay algo de encharcamientos que retrasan germinación de la semilla y albergan pichas o algas.



**Figura 4. Labranza de fanguero en lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

En el lote 201, fue manejado mediante el método de labranza convencional sobre superficie seca, con la utilización de rastras pesada para la roturación y el pase en dos ocasiones de una rastra afinadora, posteriormente la nivelación se realizó con una “Rufa”. Este lote se encuentra en uno de los linderos de la finca colindando con la falda de una montaña y posee desnivel hacia la parte interna del lote, lo que dificulta la permanencia de un nivel constante de lámina de agua una vez que se decida el establecimiento de la misma. Este tipo de labranza permite preparar una cama de siembra apropiada para la germinación y establecimiento de la población, además de aflojar el terreno y reducir la compactación, otro de los objetivos de este tipo labranza en este lote fue ayudar al combate de malezas, ya que la preparación se realizó en época seca y la siembra en la época lluviosa, permitiendo así que las primeras lluvias permitieran la emergencia de malezas con los primeros mojes del terreno, para su posterior control utilizando glifosato.

Es importante mencionar que en este tipo de labranza, al contrario con la de fanguero, se conserva la estructura del suelo y se reduce la compactación del mismo, sin embargo este lote al no contar el terreno con la nivelación adecuada se pierde mucha área efectiva al tener que construir muchos bordos.



**Figura 5. Preparación de terreno en Sistema de labranza convencional. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. 2004.**

#### **4.1.2 Siembra**

El lote 215 se sembró en su totalidad con la variedad FEDEARROZ 50, utilizando una cantidad de 3.5 sacos (161 kg) de semilla por hectárea, por otro lado el lote 102 se sembró con la variedad CR1821 utilizando la misma cantidad de semilla que en el lote 215.

Cabe mencionar que la semilla utilizada en estos lotes fue previamente pregerminada en unas pilas para este fin y se tira sobre los bancales inundados,

los sacos con la semilla se mantienen sumergidos por 24 horas y 24 horas sin agua bajo la sombra, el agua donde son sumergidos, con el fin de que la semilla que entre en contacto con la suelo sea lo mas sana posible y evitar que no sea trasmisora de futuras enfermedades a la planta, contiene funguicida bactericida, Vitavax 40 WP (carboxin + captan), aplicado en el agua de las pilas de pregerminación.

La labor de siembra se realizó con un avión marca Air tractor, modelo AT-502, monoplano de ala baja de viga metálica diseñado para operaciones agrícolas, impulsado por un motor de turbo propulsión PT6A-34AG, con un dispositivo de almacenamiento con capacidad de 500 galones. Este avión cumple con las normas de la Administración Federal de Aviación (FAA).

La siembra en el lote 201 se realizó con una sembradora de chorro continuo marca Super Tatu de 17 líneas de descarga de semilla y fertilizante distanciadas a 16 cm entre si. Para las labores de siembra dicha máquina fue acarreada por un tractor Ford, modelo 6600 doble tracción de 120 Hp, sin embargo debido a que el terreno fue previamente mecanizado y hubo un periodo de lluvias durante la siembra, la máquina tubo problemas para desplazarse y para evitar utilizar una máquina mas grande que provocaría una mayor cantidad de zanjas en el terreno y consecuentemente problemas con la germinación, se terminó de cultivar con la utilización de equipo aéreo.

La variedad utilizada en este lote fue FEDEARROZ 50 con una cantidad de 3.2 sacos (147 kg )de semilla por hectárea y 2 sacos de fertilizante de la fórmula 18-46-0 (DAP), y se tardaron 6 días para concluir con la labor de siembra en 42 hectáreas que posee este lote.



**Figura 6. Labor de sembradora de chorro continuo en lote 201. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

#### **4.1.3 Población de plantas de arroz**

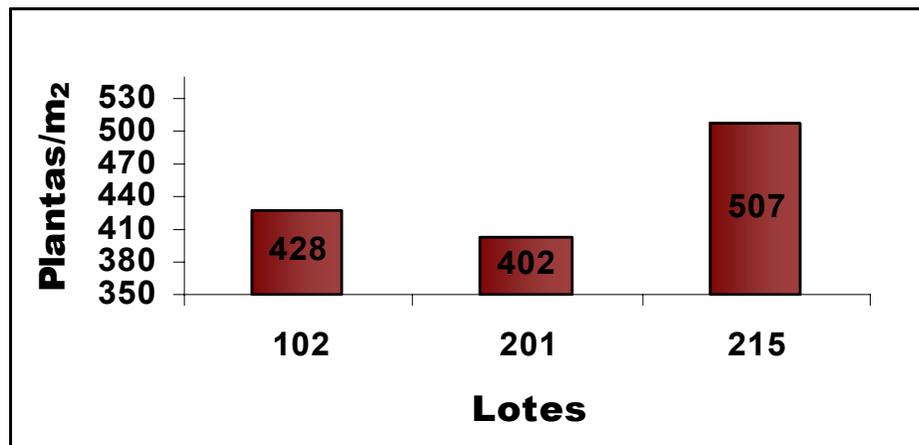
##### **4.1.3.1 Antes del macollamiento**

En el lote 215 (90.4 ha) se obtuvo una densidad promedio de 507 plantas/m<sup>2</sup>, en el lote 201(42 ha) se obtuvo un promedio de 402 plantas/m<sup>2</sup> y en el lote 102 (13.5 ha) un promedio de 428 plantas/m<sup>2</sup>.

La densidad de poblacional, según la mayoría de las fincas de la zona es aceptable, ya que se recomienda una población entre 450 y 500 plantas. Esta densidad puede variar según la nivelación de cada uno de los bancales dentro de los lotes, ya que después del drenaje existen algunas irregularidades en las cuales se queda el agua estancada, lugares en los cuales gran cantidad de semilla que está ahí no obtiene las condiciones necesarias para emerger, ya que esta agua se calienta y la semilla muere. En casos como estos es necesario el pase de un tractor con una rueda delgada de hierro, la cual deja una huella profunda, haciendo que esta agua quede en esta hulla y se disminuyan los “Charcos” dentro

del lote. Esta situación obliga muchas veces a tener que utilizar una mayor cantidad de semilla en el momento de la siembra y a tener que utilizar semilla para resiembra una vez identificados los lugares con mayor problema.

En la medida que se incremente la densidad de siembra, disminuye la capacidad de macollamiento y se hace más propensa la aparición de enfermedades como *Rhizoctonia*, por lo que es importante no exceder la cantidad de fertilizante.



**Figura 7. Población de plantas de arroz obtenida a los 9 días después de siembra. Ranchos Horizonte, Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

#### **4.1.3.2 Después del macollamiento**

En el lote 215 se obtuvo una densidad promedio de 730 tallos/m<sup>2</sup>, de las cuales 590 (80%) tallos corresponden a tallos con potencial productivo, por su parte el lote 201 presentó un promedio de 650 tallos tallos/m<sup>2</sup> de los cuales 481 (74%) fueron tallos con potencial productivo, mientras que el lote 102 presentó 628 tallos/m<sup>2</sup> de los cuales el 77% (465 tallos) correspondían a tallos con potencial productivo.

La densidad de tallos en el lote 215 fue la mayor, debido a que en este lote las labores de preparación en temporadas anteriores ha sido con fangueo, lo cual

provoca que la semilla que se ha perdido durante las labores de cosecha o por desgrane, germine, aportando una gran cantidad de semilla, el aporte del banco de semillas existente no es considerado en estos lotes. En este lote se tuvieron problemas con la presión de *Rizocthonia* y la presencia algunas plagas como sogata a pesar de que la variedad utilizada es resistente al daño, además la presencia del enrollador de la hoja (*Syngamia sp*).

Se considera tallo con potencial productivo a aquel que está fisiológicamente capacitado para emitir panícula en la etapa reproductiva.

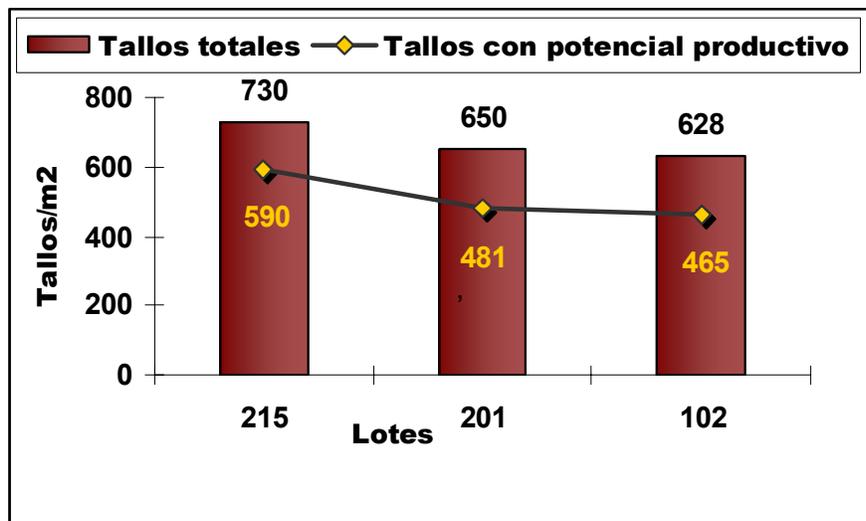


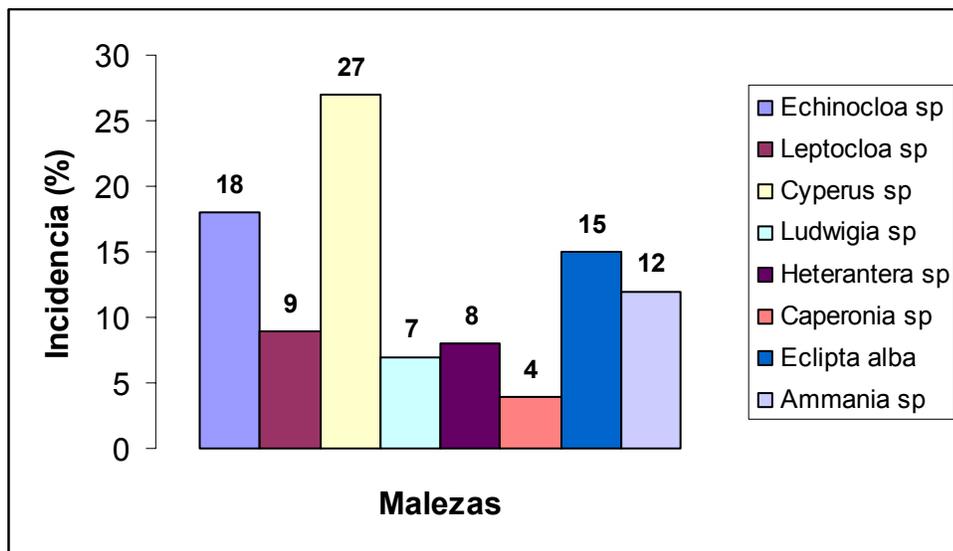
Figura 8. Población de plantas de arroz obtenida a los 85 días después de siembra. Ranchos Horizonte, Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.

#### 4.1.4 Manejo de malezas

##### 4.1.4.1 Densidad de malezas

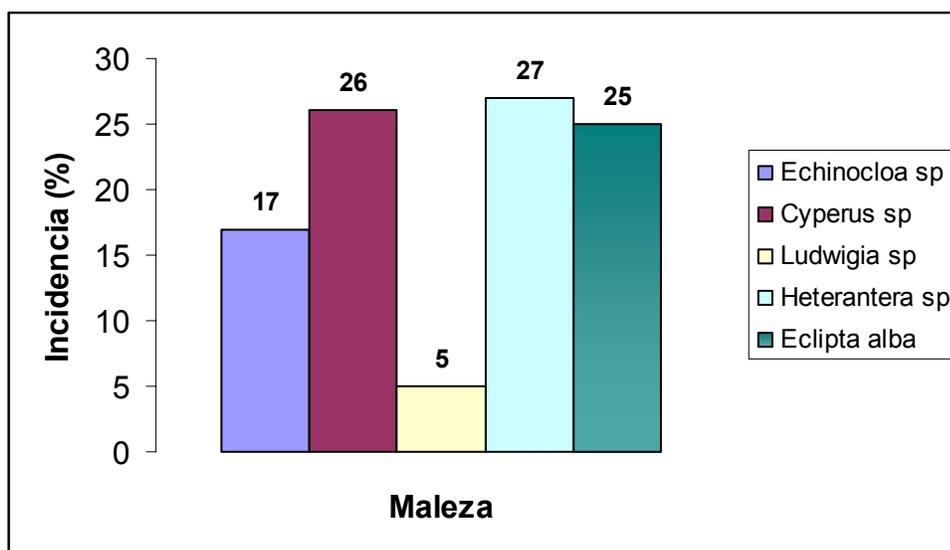
En el lote 215 se obtuvo un promedio de 397 plantas no deseadas por metro cuadrado. Las malezas predominantes fueron de la familia Cyperaceae de las especies *iria* y *esculentus* con un 27% del total de la población de malezas encontrada (107 plantas); le sigue las gramíneas *Echinochloa colona* y con un total

de 71 plantas/m<sup>2</sup> (18%); de la familia *Compositae Eclipta alba* se encontraron 58 plantas por metro cuadrado (15), el 13% de la población era de *Ammania*, 51 plantas/ m<sup>2</sup>, *Leptocloa sp* se encontraron 37 plantas (9%), *Heteranthera limosa* se encontraron 31 plantas (8%), y por último malezas de hoja ancha como *Caperonia sp* y *Ludwigia octovalvis* con un 4 % y 7 % respectivamente.



**Figura 9. Población de malezas encontradas a los 21 días después de germinado el arroz. En Lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

En el lote 201, la maleza predominante fue la de la *Heteranthera limosa*; 27% del total de las malezas encontradas en los muestreos, que fueron 807 plantas/m<sup>2</sup> seguido de las ciperáceas; *C. iria* y *C. esculentus*, con un promedio de 208 plantas/m<sup>2</sup> (26%), después está la *E. alba* con 25% (200 plantas), le sigue una gramínea del género *Echinocloa* con un 17% y por último *L. octovalvis* con 44 plantas correspondiente al 5% de la población total de malezas del lote.

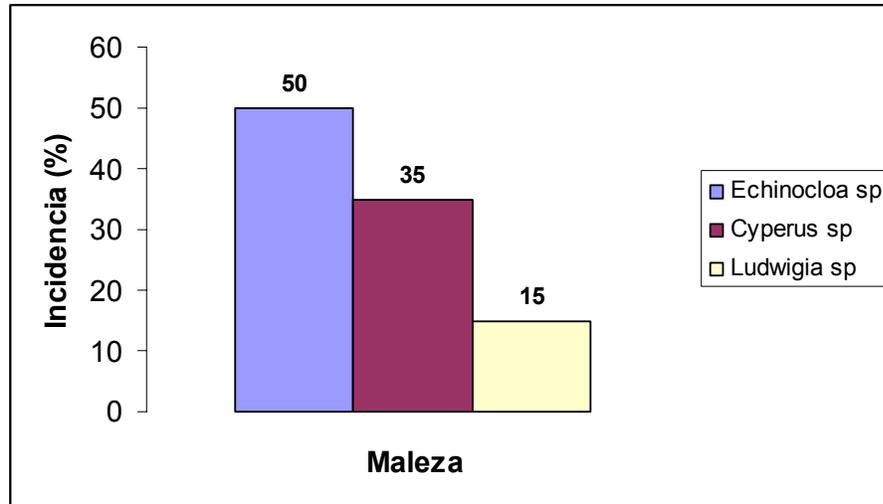


**Figura 10. Población de malezas encontradas a los 21 días después de germinado el arroz. En Lote 201. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Es importante mencionar que en este lote la presión de malezas fue bastante alta en comparación con el lote 215, ya que muestra una cantidad muy elevada de malezas/m<sup>2</sup>. Esto refuerza la idea de la influencia de las prácticas de manejo en la composición de la comunidad de malezas y sus cambios, aún dentro de una misma especie de cultivo, ya que en este lote no se presentaron algunas especies como *Ammania* y *Caperonia* que si se encontraron en el lote 215, la diferencia podría estar en que este lote tanto la preparación del terreno como el método de siembra fue diferente.

En el lote 102, se encontraron principalmente malezas de la familia de las gramíneas; *Echinochloa sp* con un 50% (219 plantas) del total de la población de plantas no deseadas encontradas en el lote, que fueron en total un promedio de 436 plantas/m<sup>2</sup>. *Cyperus iria* y *Cyperus esculentus* conformaron un 35% con 154 plantas y por último el clavito (*L. octovalvis*) con 63 plantas por metro cuadrado,

correspondiente al 14% del total de las malezas que se encontraron en los muestreos.



**Figura 11. Población de malezas encontradas a los 21 días después de germinado el arroz. En lote 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Fuera de las áreas de muestreo, incluyendo los bordos y las orillas de los lotes, se observaron malezas como: *Rottboelia cochinchinensis*, *O. sativa* L, *O.latifolia*, *Fimbristylis sp*, algunas ciperáceas como *C. ferax*, *Ipomoea sp* y Meloncillo (*Cucumis melo*).

#### **4.1.5 Control de malezas**

En el lote 215, se realizó la aplicación pos-temprana de un herbicida hormonal como Acrtil DS 70 EC (2,4-D + Ioxinil) a razón de 0.25 l/ha, con el objetivo de eliminar malezas de hoja ancha y un efecto discreto sobre Ciperáceas, además de obtener un complemento con un antigramíneo de contacto como Stamfos 48 EC, (Propanil con piperofos) a una dosis de 4 l/ha. Conjuntamente en la mezcla se utilizó una sulfonilurea; Londax 60 WG (Bensulfuron Methyl) a razón

de 80 gr/ha) principalmente para el control de Ciperáceas. (Cuadro 4). En esta mezcla aunque se utilizó un hormonal como el 2,4-D en una etapa vegetativa temprana del cultivo y no es muy recomendable, la dosis se considera baja y no se presentaron sintomatologías de intoxicación por la aplicación, además la sulfonilurea también tiene efecto sobre este tipo de malezas. Cuando la plantación se encontraba en estado vegetativo avanzado (60 DDG) se observaron algunos parches de *Echinochloa colona* y *Leptocloa* sp, por lo que fue necesario la aplicación de un antigramíneo sistémico como Clincher 18 Ec (Fenoxi-Cyhalofop) en forma manual con bomba de espalda a razón de 100 cc/bomba. Estas aplicaciones tardías se debieron principalmente a escapes por efecto del viento durante la aplicación o a un estado de desarrollo avanzado de la maleza en donde la dosis utilizada no surge efecto. En las orillas de los lotes como en los bordos se utilizó Root Out 36 SL (Glifosato) con el fin de eliminar las malezas existentes en estas áreas, principalmente *Rottboelia cochinchinensis*, esta aplicación se realizó previo a la siembra.

**Cuadro 4. Control Químico de malezas utilizado en Lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Dosis pc/ha	Época de aplicación	Objetivo de la aplicación
Actril DS 70EC	Fenoxi 2,4-D ioxinil	0.25 l	22 ddg	Control hojas anchas y Ciperáceas
Londax 60 WG	Bensulfuron Methyl	80 gr	22 ddg	Controlar Ciperáceas
Stamfos 48EC	Propanil, piperefos	4 l	22 ddg	Controlar Gramíneas
Clincher 18 EC	Fenoxi-Cyhalafop	100cc/ 16 l de agua	60 ddg	Control localizado de <i>Echinocloa colona</i>

pc.: producto comercial

DDG.: Días después de germinación.

En el lote 201, para el control de malezas se utilizaron las mismas dosis y los mismos productos en la misma etapa fonológica que en el lote 215. La diferencia de estos lotes está en el tipo de labranza. En lote 201, se dió un cierto periodo de descanso posterior a la preparación de terreno en donde hubo emergencia natural de malezas, las cuales fueron controladas con Glifosato (Root-Out 36 SL) utilizando 3.2 l/ha, herbicida de acción sistémica que se utilizó con el objetivo de eliminar la maleza emergida.

Para el control pos-temprano de malezas en el lote 102 se aplicó un antigramínico sistémico a razón de 0.8 l/ha Aura 20 EC (Clefoxydim), mezclado con dos Sulfonilureas; Invest 70 WG (Ciclosulfamuron) y Metsulfuron (Metsulsuron Methyl), estos dos últimos para combatir Ciperáceas y malezas de hoja ancha. El Invest 70 WG (Ciclosulfamuron) tiene un efecto preemergente y controla además ciperáceas en posemergencia, además de tener un efecto sobre malezas de hoja

ancha en estados vegetativos temprano cuya acción se complementa con el uso del Metsulsuron (Metsulsuron Methyl), Esta aplicación se realizó cuando el arroz tenía 21 días después de la germinación (ddg) (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Control Químico de malezas utilizado en Lote 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

<b>Nombre comercial</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis pc/ha</b>	<b>Época de aplicación</b>	<b>Objetivo de la aplicación</b>
Aura 20 EC	Clefoxydim	0.8 l	21 ddg	Controlar Gramíneas
Invest 70 WG	Ciclosulfamuron	75gr	21 ddg	Controlar Ciperáceas y hojas anchas
Metsulsuron	Metsulsuron Methyl	5 gr	21 ddg	Controlar Ciperáceas y hojas anchas
Clincher 18 Ec	Fenoxi-Cyhalafop	100cc	60 ddg	Control gramíneas

pc.: producto comercial



**Figura 12. Equipo aéreo utilizado en la aplicación de herbicidas. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**



**Figura 13. Equipo terrestre utilizado en la aplicación de herbicidas. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

## 4.2 Manejo nutricional

### 4.2.1 fertilización granular al suelo

Para Cordero (1993), el uso de fertilizantes para incrementar los rendimientos en arroz es una práctica agrícola utilizada ampliamente en el cultivo en todo el mundo. En nuestro medio, cuando estos fertilizantes son utilizados eficientemente, pueden devolver al productor ganancias sustanciales, de lo contrario, puede ser costosa y no aumentará el rendimiento.

Los factores que se deben considerar para decidir sobre las prácticas de fertilización en el cultivo de arroz son: suelo; características físicas, químicas, biológicas y sus interacciones, clima, manejo del sistema de cultivo; riego o secano, control de malezas, preparación de suelos y la variedad.

En el lote 215 se utilizó un manejo de la fertilización un poco distinto al utilizado en los demás lotes en cuanto al momento de aplicación del potasio, pero la etapa fonológica fue la misma que en los demás lotes.

**Nitrógeno:** Se pretende completar los 150 kg/ha de este elemento, fraccionado dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentre la planta:

**Primera aplicación:** Se realizó a la hora de la siembra en el caso del lote 201 que se utilizó sembradora de chorro continuo y después de la germinación en los lotes que la semilla se tiro sobre bancal inundado. En esta aplicación se adiciona el 15% del nitrógeno total que se aplicará.

**Segunda aplicación:** Esta aplicación se realiza cuando la planta se encuentra en el inicio de macollamiento, cuando cuenta con 4 hojas verdaderas, esto ocurre cerca de los 15 días después de la germinación. Es ente estado la planta ha desarrollado una raíz con capacidad de absorber fertilizante. Se adiciona un 35% del total de nitrógeno.

**Tercera aplicación:** Se realiza cuando la planta de arroz se encuentra en el desarrollo activo de hijos, cerca de los 35 días después de germinado, utilizando un 35% del total de nitrógeno (60 kg/ha).

**Cuarta aplicación:** Es la última aplicación de nitrógeno que se realizó y se aplicó el 15% restante del nitrógeno cerca de los 55 días después de la germinación en el momento de la diferenciación floral, antes del inicio de la panícula. En el lote 102 se realizó una quinta aplicación nitrogenada cerca de los 75 días después de la germinación, ya que presentaba un desarrollo desuniforme de hijos. Esta aplicación provoca un retraso en la floración, dándoles a los hijos más pequeños la capacidad de desarrollarse y alcanzar a los de mayor tamaño, además promover la síntesis proteica para el desarrollo y llenado de grano.

Es importante mencionar que todas las fórmulas nitrogenadas utilizadas contenían azufre, este elemento es importante en el funcionamiento de algunas enzimas activadoras y en las reacciones oxido reducción (Ordóñez 2003).

**Cuadro 6. Cantidades de elementos aplicadas con las fórmulas utilizadas en Lote 215. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

formula	Época aplicación	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)	S (kg)
10-13.8-36	Siembra	25,0	34,5	90,0	0,0
40-0-0-5.6 (S)	15 ddg	54,0	0,0	0,0	7.6
39-0-0-6.7 (S)	35 ddg	60,0	0,0	0,0	8.4
39-0-0-6.7 (S)	55 ddg	30,0	0,0	0,0	4.2
<b>Total</b>		<b>169</b>	<b>34.5</b>	<b>90</b>	<b>20.2</b>

ddg: Días después de la germinación.

**Fósforo:** Las aplicaciones de fósforo en periodos de desarrollo del cultivo no son recomendables debido a la dinámica de este elemento en el suelo, dentro de las que se destaca su poder de fijación e inmovilización por el suelo. La aplicación se

realiza toda en el momento de la siembra o en la primera aplicación de fertilizante en el caso de los lotes donde la semilla se vuela sobre una lámina de agua.

**Potasio:** Según Cordero (1993), la recomendación de fertilización al cultivo de arroz en variedades exigentes según los niveles de este elemento en el suelo, un suelo con un nivel crítico bajo de potasio (0-0.1 meq/100 ml) se recomienda la aplicación de 50-60 kg/ hectárea de  $K_2O$  durante el ciclo del cultivo, sin embargo la aplicación de este elemento fue muy variable en los diferentes lotes de la finca. En el lote 215, se aplicaron 90 kilogramos de potasio ( $K_2O$ ), a la hora de siembra (2 ddg), que corresponde al 100% del potasio que se aplicó en el lote (Cuadro 8).

Por otra parte en lote 201 se fraccionó adicionándose el 20% a los 35 días después de sembrado, 40% a los 50 ddg y a los 65 ddg el 40% restante, aplicándose en total 111 kg de potasio durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Cantidades de elementos aplicadas con las formulas utilizadas en Lote 201. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

formula	Aplicación	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)	S (kg)
DAP	Siembra	18,0	46,0	0,0	0,0
20-0-30-2.8 (s)	15 ddg	37,0	0,0	55,5	5.2
20-0-30-2.8 (s)	35 ddg	37,0	0,0	55,5	5.2
39-0-0-6.7(S)	60 ddg	48,8	0,0	0,0	8.4
<b>Total</b>		<b>141</b>	<b>46</b>	<b>111</b>	<b>18.8</b>

ddg: Días después de la germinación.

En el lote 102 la fertilización con potasio se fraccionó a los 15 ddg el 50% y a los 35 ddg el 50% restante, aplicándose a lo largo del ciclo del cultivo 111 kg de potasio. Se debe mencionar que el número de aplicaciones y la frecuencia, puede variar dependiendo de las condiciones del cultivo.

En la finca no se tenía ningún programa de fertilización que estableciera las cantidades de los diferentes elementos, con excepción del nitrógeno.

**Cuadro 8. Programa de fertilización utilizado en lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

<b>Formula</b>	<b>Cantidad aplicada (kg/ha)</b>	<b>Época</b>	<b>Forma de aplicación</b>
10-13.8-36	250	Siembra	Voleo aéreo
40-0-0-5.6(s)	135	15 ddg	Voleo aéreo
39-0-0-6.7(s)	150	35 ddg	Voleo aéreo
39-0-0-6.7(s)	75	50 ddg	Voleo aéreo

ddg: Días después de la germinación.

**Cuadro 9. Programa de fertilización utilizado en Lote 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

<b>Formula</b>	<b>Cantidad aplicada (kg/ha)</b>	<b>Época</b>	<b>Forma de aplicación</b>
DAP	100	Siembra	Voleo aéreo
20-0-30-2.8 (s)	185	15 ddg	Voleo aéreo
20-0-30-2.8 (S)	185	35 ddg	Voleo aéreo
39-0-0-6.7(S)	125	50 ddg	Voleo aéreo

ddg: Días después de la germinación.

En todos los lotes la fertilización se realizó con equipo aéreo, excepto en el lote 201 que se aplicó fertilizante en forma conjunta con la semilla a la hora de utilizar la sembradora.



**Figura 14. Labor de descarga de fertilizante a la avioneta. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

#### **4.2.2 Fertilización foliar**

La presencia de un nutrimento dado en el suelo, no nos asegura que el nutrimento este disponible para la planta. Los elementos en el suelo mantienen una dinámica específica en función de las características de los suelos. La concentración de un determinado nutrimento en la planta, es a su vez una función del suelo, clima, manejo, cultivar, edad de la planta y de otros factores como plagas y enfermedades (Cordero 1993).

La fertilización foliar en los diferentes lotes se realizó en tres diferentes momentos durante el desarrollo del cultivo; en el momento de la aplicación de herbicida (19-21 ddg), en la aplicación para el combate del acaro (60-70 ddg) y en el momento de embuchamiento con la primera aplicación preventiva para protección de la espiga aproximadamente a los 85 - 90 ddg (Cuadro 10). Dicha fertilización se realizó de esta forma para evitar diagnósticos tardíos de estado nutricional deficiente y que no se tuviera tiempo para la corregir o inferir sobre posibles deficiencias, sin embargo se realizaron análisis foliares para verificar el estado nutricional de la planta en determinados momentos

**Cuadro 10. Fertilización foliar utilizada en Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

<b>Nombre comercial</b>	<b>Formula</b>	<b>Dosis pc/ha</b>	<b>Época</b>	<b>Forma de aplicación</b>
Quelagri	8.5(B)-8.5(Zn)4.3(S)	1.5 kg	22 ddg	Aérea
Quelagri	8.5(B)-8.5(Zn)4.3(S)	1.5 kg	50-60 ddg	Aérea
Manvert Boro	14 % (B)	0.35 litro	85-90 ddg	Aérea
Manvert Mg	11%(MgO )	1 litro		

pc.: producto comercial ddg: Días después de la germinación.

**Cuadro 11. Resultado de análisis foliares en Lote 215, Variedad Fedearroz-50 en Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Edad	%						mg/kg				
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
<b>45 DDG</b>	3,25	0,18	0,52	0,14	1,79	0,22	124,33	11,33	51,33	935	3,6
<b>60 DDG</b>	2.81	0.16	0.63	0.16	2.05	0.19	91	12	38	1230	7.9
<b>RANG SUFIC (1)</b>	2,6-3,5	0,1-0,2	0,2-0,4	0,2-0,3	1,0-2,2	0,2-0,5	70-300	6,0-20	20-50	30-600	4,0-25
<b>RANG SUFIC (2)</b>	2,6-3,6	0,13-0,48	0,2-0,4	0,2-0,3	1,0-3,0	0,1-0,6	50-200	4,0-25	25-50	10-800	15-20

(1) Adaptado por el laboratorio de suelos de UCR. Para inicio de panícula.

(2) Tomado de Chapman, 1964; Tanaca, Yoshida, 1970; Wolf, B y Benton J, J. 1990 (combinación de autores. Etapa de Macollamiento).

La fertilización foliar en la finca, no se llevó a cabo dentro de un esquema de programación ejecución, se utilizó un programa de fertilización general en esta temporada para todos los lotes y sin tomar en cuenta la variedad del mismo (Cuadro 10).

Para efectos del trabajo, se logró realizar y obtener los resultados de los análisis sola para el lote 215 sembrado con la variedad FD-50, que se realizaron a los 45 ddg cerca de la etapa de máximo macollamiento y a los 63 ddg cerca de la etapa de inicio de panícula.

#### **4.2.2.1 Elementos mayores.**

Tomando como referencia el rango de suficiencia (1) para la etapa de máximo macollamiento y el rango de suficiencia (2) para la inicio de panícula, tenemos que el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, se encuentran en niveles suficientes para las dos etapas en que se encontraba el cultivo en ese momento, el único elemento que se encuentra en niveles bajos e insuficientes, según lo establecido en el cuadro 11 en ambas etapas es el magnesio, que aunque los niveles establecidos como deficientes en las dos etapas evaluadas, no varían mucho, se encuentran siempre bajos.

Molina (1998), menciona que el magnesio es componente esencial de la molécula de clorofila, además de varias enzimas esenciales, lo que indica que tiene funciones importantes en la planta

Es importante recordar, que este elemento no está incluido dentro de la fertilización granular utilizada por la finca, por lo que se debió considerar su inclusión en la siguiente aplicación. Según el plan utilizado, la decisión de aplicarlo hasta la etapa inicial del periodo reproductivo y no al final de la etapa vegetativa, en conjunto con la aplicación para el combate del ácaro, es decir se aplicó tardíamente.

En el caso del azufre, se utilizó constantemente, tanto en las aplicaciones de fertilizante granulares, al estar en la formulación en conjunto con la urea, como en las aplicaciones de herbicidas, y las aplicaciones contra el ácaro utilizando un quelato al 4.3 %, a una dosis de 1.5 kilogramos.

#### **4.2.2.2 Elementos menores.**

Los elementos menores se encontraron en niveles dentro del rango de suficiencia en las dos etapas que se realizaron los análisis, con la excepción del boro, que se encuentra en niveles bajos; menos de 15 ppm en la etapa de inicio de panícula y menos de 4 ppm en la etapa de máximo macollamiento.

Dentro del plan de fertilización foliar utilizado, se utilizó una dosis de 350 cc de una fuente de boro al 14%, en la aplicación realizada entre los 80-85 ddg, en conjunto con la aplicación preventiva para la protección de espiga, antes de la etapa de floración, una etapa en la cual es importante el contenido suficiente de este elemento. El boro tampoco está considerado en la fertilización granular al suelo, por lo que sería importante asegurar una adecuada absorción de este elemento vía foliar.

### **4.3 Manejo de plagas**

Las plagas que se presentaron en el lote 215 fueron Palomilla (*Spodoptera frugiperda*), Chinche del arroz (*Oebalus insularis*), Sogata (*Togamosodes orizicolus*), Gusano medidor (*Mocis latipes*), *Panoquina* sp y algunos ortópteros del género *Gryllus* sp. La única plaga de estas que se presentó en un nivel poblacional alto según lo observado durante las visitas realizadas a los diferentes lotes fue *Spodoptera* sp, para lo cual fue necesario hacer una aplicación temprana (10-12 ddg) con Furia 18 EC (piretroide Cipermetrina) utilizando una dosis de 100 cc/ha, las demás aplicaciones que se efectuaron fueron con el objetivo de prevenir el aumento de las poblaciones de las demás plagas mencionadas anteriormente.

La segunda aplicación realizada como medida de control para disminuir la población de defoliadores como *Spodoptera frugiperda*, Gusano medidor (*Mocis latipes*) y *Panoquina* sp además de Sogata (*Togamosodes orizicolus*), para ello se utilizó Furia 18 EC (piretroide Cipermetrina), que coincidió con la aplicación posttemprana de herbicida. El control de estas poblaciones fue eficiente, ya que se mantuvieron muy bajas durante los primeros estados de desarrollo del cultivo.

La tercera medida de control fue dirigida específicamente hacia el combate del ácaro (*Steneotarsonemus spinki*), para ello se utilizó Rienda 21.2 EC (Triazofos + deltametrina) a una dosis de 1.5 l/ ha,

También se realizó una aplicación con un insecticida organofosforado con el objeto de prevenir el manchado del grano por acción de chinches (Cuadro 9), dicha aplicación coincidió con la primera aplicación preventiva para protección de

la espiga, para ello se utilizó Cigardon 54 EC (Malathion + methil parathion) a una dosis de 1.5 l/ha. Es común que en estas aplicaciones se incluya algún insecticida para el combate de esta plaga (*Oebalus insulares*), ya que estos chinches han llegado a ser una de las principales plagas del cultivo del arroz en Centroamérica y otros países productores de arroz, además el daño es muy importante ya que afecta directamente a la espiga y con esto el rendimiento y la calidad del grano, en el caso particular de este lote, no fue necesario incluir insecticida en la segunda aplicación para protección de espiga, al ser este el primer lote de la finca en cosechar y la presión no fue muy alta como en algunos otros lotes que la población de esta plaga se incrementa debido a que reciben gran cantidad de insectos que migran de los lotes cosechados a los que aun no han sido cosechados.

Cabe destacar que por lo general en esta finca se acostumbra aplicar una dosis de insecticida en conjunto con las aplicaciones de herbicidas o funguicidas con el fin de disminuir las poblaciones de insectos mayores como adultos de *Rupella* sp., Chinche del arroz (*Oebalus insulares*) y los comúnmente llamados grillos o saltones que presentaran en etapas más avanzadas del cultivo. Existen plagas sobre las cuales no se tiene control como es el caso de los nemátodos, ya que no son muy comunes en los sistemas de labranza utilizados por la finca, por lo cual no se lleva ningún control al no saber sobre la posible existencia de estos.

**Cuadro 12. Insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles en Lote 215. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

<b>Nombre comercial</b>	<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Dosis pc/ha</b>	<b>Época de aplicación</b>	<b>Objetivo de la aplicación</b>
Furia 18 EC	Cipermethrina	0.1 l	10 ddg	Control de gusanos defoliadores
Furia 18 EC	Cipermethrina	0.1 l	20 ddg	Preventivo (disminuir poblaciones )
Rienda 21.2 EC	Triasofos+ Deltametrina	1.5 l	55 ddg	Control de Acaro de la vaina.
Cigardon 54 EC	Malathión+Methil parathión	1.5 l	80 ddg	Control de chinches a la espiga

pc.: producto comercial ddg: Días después de la germinación

En el lote 201, se realizó una única aplicación de insecticida Furia (piretroide Cipermethina) para disminuir las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* y Gusano medidor (*Mocis latipes*) que fueron las que pudieron ocasionar más daño en las plántulas, la aplicación se realizó en conjunto con la primera aplicación del herbicida, al igual que en los demás lotes.

La segunda aplicación estuvo dirigida al control del ácaro del vaneo del arroz (*Steneotarsonemus spinki*) y se realizó a los 60 ddg utilizando Rienda 21.2 EC (Triasofos+Deltametrina) a 1.5 l/ha, a los 85 ddg se aplicó (Malathión+Methil parathión) con el fin de proteger la espiga del daño que pudieran causar algunos insectos mayores en especial chinche (*Oebalus insulares*).

**Cuadro 13. Insecticidas utilizados para el control de plagas Insectiles en Lote 201. Rancho Horizontes. Guanacaste. 2004.**

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Dosis pc/ha	Época de aplicación	Objetivo de la aplicación
Furia 18 Ec	Cipermethrina	0.1 l	21 ddg	Control de gusanos defoliadores
Rienda 21.2 EC	Triasofos+ Deltametrina	1.5 l	60 ddg	Control de Acaro de la vaina.
Cigardon 54 EC	Malathión+Methil parathión	1.5 l	85 ddg	Control de chinches a la espiga

pc.: producto comercial ddg: Días después de la germinación

En el lote 102, las aplicaciones que se realizaron se hicieron a los 21, 70 y 90 días (Cuadro 14) y fueron dirigidas principalmente a reducir las poblaciones de Sogata (*Togasodes orizicolus*) e insectos defoliadores como *Spodoptera frugiperda* y Gusano medidor (*Mocis latipes*) en la primera etapa del cultivo, ya que la variedad utilizada aquí en este lote (CR1821) presenta susceptibilidad al virus de la hoja blanca enfermedad transmitida por este insecto, por tal motivo se debe tratar de que exista la menor población de este insecto. En esta primera aplicación se utilizó una mezcla de dos insecticidas Applaud 25WP (Buprofezin), 250gr/ha + Karate (lambdacihalotrina) 100 cc/ha) en la aplicación del herbicida. Para el combate de *Steneotarsonemus pinki*, se utilizó Rienda 21.2 EC (Triazofos +Deltametrina) a una dosis de 1.5 ltr/ha a los 65 DDG. La tercera aplicación se realizó con Cigardon 54 EC (*Malathión+Methil parathión*) 1.5 l/ha con el objeto de proteger la espiga de chinches al final del ciclo del cultivo, y evitar pérdidas cuantiosas por manchado de grano.

**Cuadro 14. Insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles en Lote1 102. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Dosis pc/ha	Época de aplicación	Objetivo de la aplicación
Aplaud 25 WP + Karate	Buprofezin+ lambdacihalotrina	250 gr + 100 cc	21 ddg	Control de Sogata
Rienda 21.2 EC	Triasofos+ Deltametrina	1.5 l	65 ddg	Control de Acaro de la vaina.
Cigardon 54 EC	Malathión+Methil parathión	1.5 l	90 ddg	Control de chinches a la espiga

pc.: producto comercial ddg: Días después de la germinación

#### 4.4 Manejo de enfermedades

En el lote 215, la principal enfermedad que se presentó con alto nivel de daño fue *Rhizoctonia salani*, cuyo desarrollo pudo verse favorecido por la alta densidad poblacional que se obtuvo en este lote. Para el combate de esta enfermedad se tomó la decisión de aplicar a los 55 días, Rodazin 50 SC Carbendazina (1kg/ha), esto en conjunto con la aplicación contra *S. spinki*. Este es uno de los ingredientes activos mas comúnmente utilizados en el control de dicha enfermedad; tiene acción curativa en forma sistémica en la planta de arroz.

Posteriormente a los 80 días se aplicó Agrymicin 16.5 WP (Estreptomycina + Oxitetraciclina) a 0.3 kg/ha más Duett 25 SC (Epoconazol + Carbendazin) a 0.75 l/ha, el primero para prevenir el eventual daño causado por algún complejo de bacterias y el epoxiconazol es un funguicida de acción sistémica que se actúa dando protección a la planta durante el periodo de floración evitando daños por la acción de algunos hongos. La presencia de estas bacterias de algunos géneros como *Pseudomonas* sp., *Xantomonas* sp. y *Erwinia* sp, además de algunos

hongos como *Sarocladium* sp., *Helminthosporium* sp., *Pyricularia* sp., *Alternaria* y algunos otros géneros en conjunto antes de la emergencia de la panícula puede afectarla, disminuyendo el rendimiento posteriormente si no es controlado este complejo patológico que causa el manchado del grano.

A los 95 días después de la germinación se realizó una aplicación más, utilizando Mirage (Procloraz) a 300 cc/ha (Cuadro 12), esto con el fin de complementar la protección a la espiga con este fungicida de acción por contacto, esto debido a que por las condiciones de humedad y de precipitación que prevalecen en la época pueden disminuir la residualidad de los productos aplicados anteriormente.

**Cuadro 15. Productos utilizados para el control de enfermedades en Lote 215. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Dosis pc/ha	Época de aplicación	Objetivo de la aplicación
Agrocom 50 SC	Carbendazina	1kg	55 ddg	Para el control de Rhyzoctonia
Agrymicin + Duett 25 SC	Estreptomicina + Epoxiconazol	0.3 kg 0.75 l	85 ddg	Para control de Pseudomonas y otras bacterias
Mirage 50 SC	Procloraz	0.3 l	95 ddg	Protección de espiga

pc.: producto comercial ddg: Días después de la germinación

En el lote 201 no se presentó ninguna enfermedad con un nivel de daño considerable, por lo que las aplicaciones que se hicieron fueron en forma preventiva, incluyendo en la aplicación contra *S. Spinky* a los 60 ddg una dosis de

1 l/ha de Carbendazina para evitar posibles daños por hongos principalmente *Rhizoctonia solani*, ya que las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo de este patógeno, posteriormente a los 85 ddg se realizó una aplicación de Tilt 25 EC (Propiconazol) (0.5 l/ha) + Carbendazina (0.5 l/ha), esta mezcla con el fin de proteger la panícula que esta emergiendo de la acción de hongos como *Helminthosporium sp.*, *Sarocladium sp.* y otros patógenos integrantes del complejo de manchado de grano. Los componentes de estos dos productos Propiconazole + Carbendazina presentes en la mezcla aplicada son una de las alternativas más utilizadas en la zona en este momento de aplicación, ambos poseen una acción Sistémica protectora que resulta de gran utilidad principalmente en esta época.

**Cuadro 16. Productos utilizados para el control de enfermedades en Lote 201. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Dosis pc/ha	Época de aplicación	Objetivo de la aplicación
Rodazin 50 SC	Carbendazin	1 l	60 ddg	Para el control de <i>Rhizoctonia</i>
Tilt 25 EC + Rodazin 50 SC	Propiconazol + Carbendazin	0.5 l 0.75 l	85 ddg	Aplicación preventiva para protección de espiga

pc.: producto comercial ddg: Días después de la germinación

En el lote 102 fue sembrado con la variedad CR 1821. Las enfermedades que se observaron fueron *Rhizoctonia solani*, *Helminthosporium sp.* y *Pyricularia*, no obstante la única que presentó problemas en cuanto a incidencia, debido principalmente a las condiciones climáticas que favorecieron su desarrollo fue *Pyricularia*, cuyo control se enfocó principalmente a la protección de la espiga,

para evitar el ataque de este hongo al cuello de la panícula, para ello se realizó una aplicación de Kasumin 2 % SL (Kasugamicina) a una dosis de 1.5 l/ ha + Duett 25 EC (Epoconazol 0.5 l/ha ) antes de espigamiento aproximadamente 90 días después de germinado, anteriormente se había aplicado en conjunto con la aplicación contra *S. spinky* , a los 70 ddg una dosis de Carbendazina de 0.75 l/ha con el fin de prevenir el ataque de *Rhizoctonia sp* principalmente

**Cuadro 17 Productos utilizados para el control de enfermedades en Lote 102. Ranchos Horizontes; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Nombre comercial	Nombre técnico	Dosis pc/ha	Época de aplicación	Objetivo de la aplicación
Rodazin 50 SC	Carbendazin	0.75 l	70 ddg	Para el control de Rhizoctonia
Kasumin + Duett	Kasugamicina + Epoconazol	0.5 l + 0.75 l	90 ddg	Aplicación para protección de espiga

pc.: Producto comercial ddg: Días después de la germinación

#### 4.5 Control de *Stenotarsonemus spinki*

En general en los lotes evaluados las aplicaciones se realizaron cuando la plantación se encontraba en la etapa de inicio de primordio floral, según Sanabria (2004) la población máxima coincide con el panzoneo o fase de emersión. Cabe mencionar que en la finca se utilizó como referencia la para la etapa en que se realizó el combate, la presencia de esta plaga en la vaina de la hoja dos, al estar la vaina de la hoja uno muy cerrada, tanto en las plantas madres como de los hijos al y se tomaron en cuenta el total de individuos en las diferentes etapas en que se evaluó.

## Lote 215

En este lote se realizaron 2 muestreos previos a la aplicación para el control de *Steneotarsonemus spinki*, y posteriormente un último muestreo 7 días después de realizada la aplicación.

La presencia de este ácaro en este lote se inició a monitorear a partir de los 48 días después de germinado, etapa en la cual se detectaron un total de 4 adultos en segunda vaina de la planta madre, 1 en la vaina tres y un total de 4 adultos en la segunda vaina de los hijos muestreados.

El segundo muestreo se realizó 10 días, momento en el cual la planta se encontraba en 58 ddg, cercano a la fase de iniciación de panícula en donde la plantación alcanzó la población total máxima de 14 ácaros presentes en la tercera vaina de las plantas madres muestreadas, 11 individuos en la vaina dos, y 3 ácaros en la segunda vaina de los hijos.

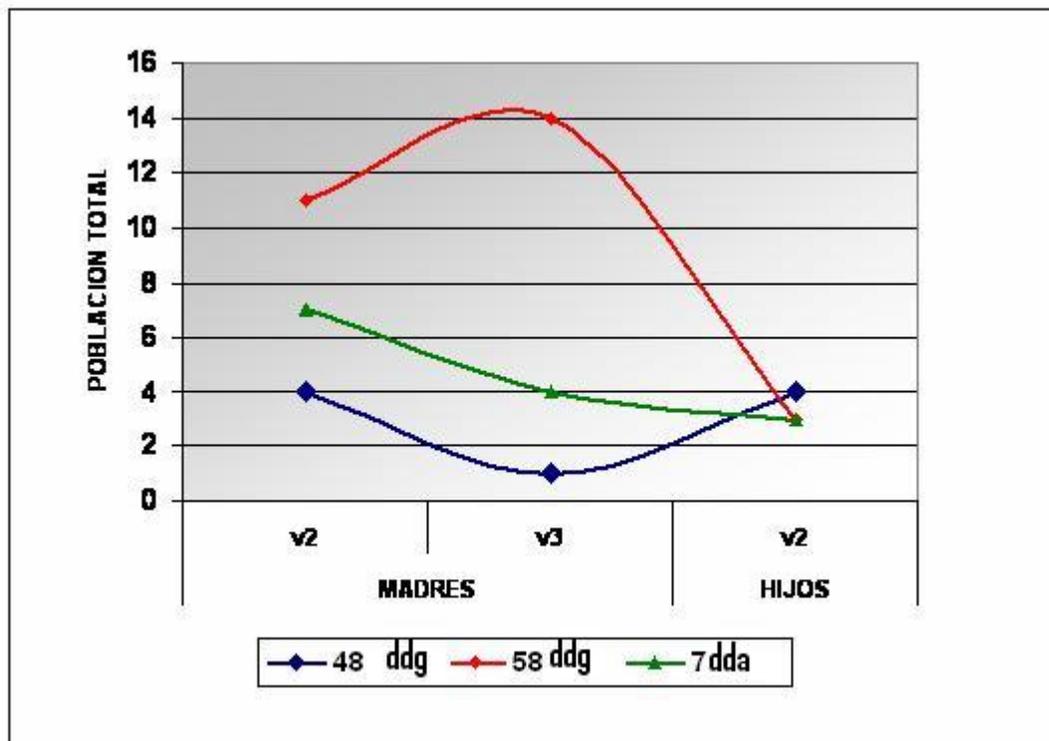


Figura 15. Comportamiento poblacional de *S. spinki*, en variedad Fedearroz - 50, Lote 215. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.

Se realizó una aplicación de Rienda 21.2 EC (Triazofos + Deltametrina) a una dosis de 1.5 l/ha, considerando que este acaro era una plaga nueva y no existía un panorama acerca de las estrategias para su control, la opción del triasofos fue una de las alternativas a las que se acogió la finca, basado en ese momento en experiencias con este ingrediente en países como Colombia y Cuba principalmente; además que las otras opciones existentes como el Endosulfan y el Dimethoato no se podían integrar en un plan de manejo porque no están autorizados para aplicaciones aéreas, y al ser estos productos extremadamente tóxicos para animales, el hombre y los enemigos naturales del ácaro no se consideraron.

Después de realizada la aplicación se monitoreó 7 días después para ver el comportamiento de la población de *S. spinky*, obteniendo poblaciones totales de 7 ácaros en la segunda vaina de las plantas madres, 4 ácaros en la vaina 3 y un total de tres ácaros en la segunda vaina de los hijos.

Cabe mencionar que el comportamiento de esta plaga en las vainas muestreadas de los hijos en este lote no varió mucho después de realizada la aplicación, esto debido tal vez al efecto de profundidad de la aplicación, ya que tomando en cuenta que la plantación en ese momento poseía una altura de 60 cm aproximadamente y que esta vaina está a unos 15 cm del suelo, pudiera darse que el producto no alcance estas vainas, caso contrario con las vainas de las plantas madres, que se redujo de un total de 11 ácaros a tan solo 4 ácaros después de aplicado, esto para la segunda vaina, y una reducción de 14 ácaros a cuatro ácaros en el caso de la tercera vaina. Esto no nos deja un panorama muy claro, debido a que la vaina tercera está a una menor altura que la segunda vaina, este cambio diferencial es posiblemente dado porque los puntos de muestreo no corresponden a campos estacionarios determinados dentro del lote, y también a que no se consideraron a la hora del muestreo otros estadíos inmaduros de la plaga como larvas o ninfas, los cuales el producto no pudo tener efecto, además que no se sabía con certeza la duración de cada una de las fases de desarrollo de la plaga, al estar estas influenciadas según la literatura por la temperatura y la humedad relativa predominante, variables climáticas que no se consideraron.

Las causas por las que el muestreo no fue talvez lo más detallado posible, fueron principalmente la falta de un equipo adecuado para poder ver otros estadíos de la plaga, tomando en cuenta que con la ayuda de una lupa sólo se podían determinar los adultos, además de que en esa temporada se iniciaba apenas con la preparación de un grupo de personas que ayudados por algunos especialistas en la materia serian las indicadas para este tipo de monitoreos, además la cantidad y la extensión de los lotes, requieren de un muestreo rápido y eficaz, ya que no se cuenta con una área ni con personal dedicado a la experimentación e investigación dentro de la finca.

Es importante mencionar que con una población total 7 días después de aplicado, (figura 10), el lote tuvo un rendimiento final de 79.82 sacos secos y limpios/hectárea, sin ningún daño significativo debido al daño colateral de la presencia de este acaro, que forma un complejo fungoso que incluye *Sarocladium sp.* y otros, esto nos da la posibilidad de conocer un poco acerca de umbrales de aplicación para próximas siembras en esa misma estación, y dirigir aplicaciones a disminuir poblaciones existentes y no a querer exterminio total llevándonos al consumo y contaminación excesivos.

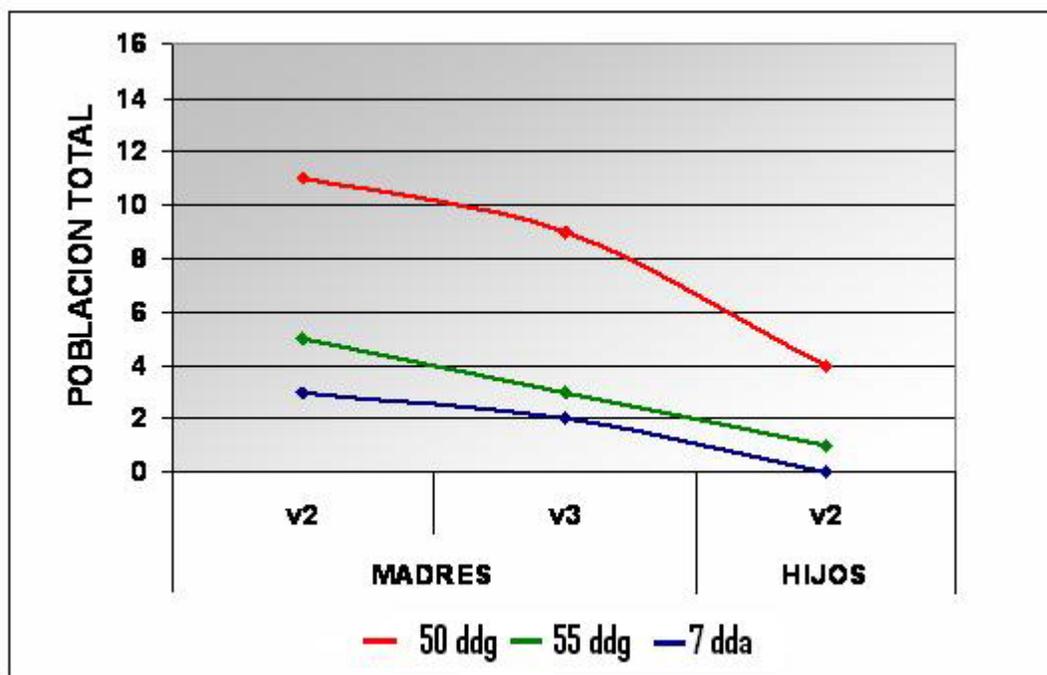
### **Lote 201**

Al igual que en el lote anterior, en este lote se realizaron 2 muestreos previos a la aplicación para el control de *Steneotarsonemus pinki*, y posteriormente un último muestreo 7 días después de realizada la aplicación.

El primer muestreo se realizo a los 50 días, encontrando la presencia de un total de 3 ácaros en la vaina dos de las plantas madres, un total de 2 en la tercera vaina y no se encontraron presentes en las muestreadas individuos en la segunda vaina de los hijos.

En el segundo muestreo realizado aproximadamente diez días después, se encontró un comportamiento similar, respecto a posicionamiento, que en el primer muestreo, con la diferencia de que esta vez las cantidades totales encontradas

fueron mayores, con un total de 11 ácaros presentes en la vaina de mayor importancia en el muestreo.



**Figura 16. Comportamiento poblacional de *S. pinki*, en Variedad Fedearroz - 50, Lote 201. Rancho Horizontes. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

El tercer muestreo se efectuó 7 días después de realizada la aplicación para su control, aproximadamente a los 68 días después de germinado, notándose una menor presencia de individuos, que los encontrados en el muestreo previo a la aplicación.

Este lote obtuvo un rendimiento final de 44.12 sacos secos y limpios/ha con una presencia de un total de 5 ácaros en la vaina 2, curiosamente encontrados en una sola planta del total muestreadas, en las demás no se encontraron, la razón de este resultado se debe posiblemente a lo mencionado anteriormente acerca de los sitios de muestreo, que no fueron puntos estacionarios. En las vainas de los

hijos se encontraron finalmente un total de un individuo, y este no fue encontrado en la misma planta madre mencionada anteriormente.

Es importante mencionar, que tanto este lote como el lote 215, se encuentran ubicados en la parte noreste de la finca, y que fueron unos de los primeros lotes en sembrarse ,y en donde quizá la presión por esta plaga fue mínima o al menos menor que en otros lotes que no fueron considerados para este trabajo, esto pudiera ser debido a que la distribución y diseminación de esta plaga esta influenciada principalmente por el viento, y es precisamente en este sector de la finca por donde ingresan los vientos, de manera tal que al no haber lotes cercanos en dirección noreste, no fueron afectados por colindancia por otros lotes. Al igual que en el lote 215, en este lote no fue notorio un daño por el efecto indirecto del ácaro como lo es el mencionado complejo fungo bacteriano, y aunque el rendimiento fue menor que en el lote 215, no se le puede atribuir a esta causa al ácaro, tomando en cuenta que se utilizó la misma variedad en ambos lotes.

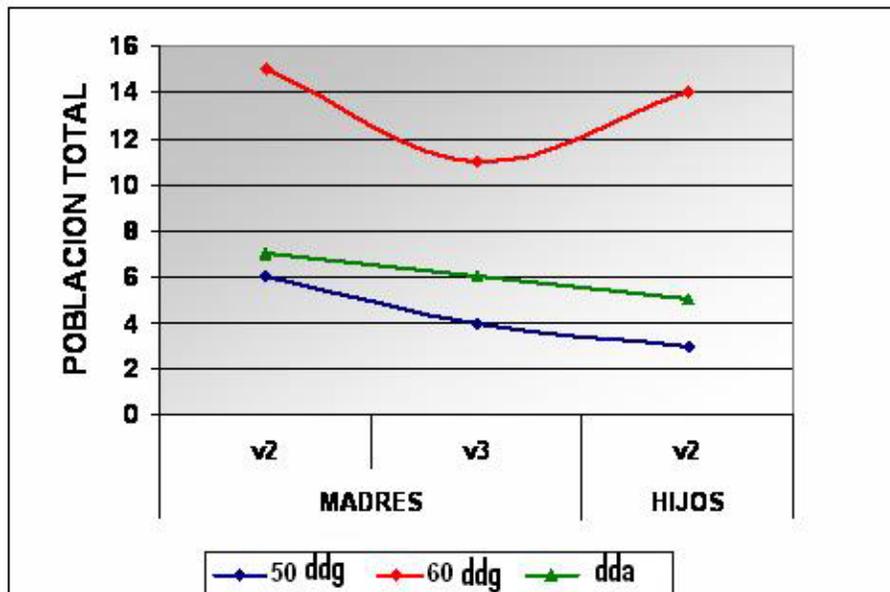


Figura 17. Comportamiento poblacional de *S. spinki*, en Variedad CR-1821, Lote 102. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.

## **Lote 102**

En este lote los muestreos se realizaron; el primero a los 50 días después de germinado, mostrando un comportamiento poblacional con respecto a cantidad de ácaros totales distinto a los demás lotes, sin embargo con respecto a la posición en donde se encontraron fué muy similar.

En el segundo monitoreo a los 60 días después de germinado, se encontraron poblaciones totales más numerosas a nivel de la segunda vaina en las plantas madres con un total de 15 ácaros, encontrándose estos distribuidos en el 20 % de las muestras, por lo el numero de ácaros por planta fué mayor con respecto a los lotes 201 y 215, existiendo la diferencia entre estos de que colindan con lotes de edades similares, este está en la parte media de la finca en dirección de la salida del viento y que se sembró con la variedad CR-1821, lo que nos indica que la variedad pudiera ser más susceptible al ataque de esta plaga o que ésta fue afectada por colindancia con otros lotes.

El tercer monitoreo se efectuó 7 días después de realizada la aplicación para su control, aproximadamente a los 70 días después de germinado con la presencia de 7 ácaros en el total de la muestra en la segunda vaina de las plantas madres, 6 en la tercera y un total de 5 en la segunda vaina de los hijos. El rendimiento final de este lote fu de 47.4 sacos secos y limpios/ha, sin notarse daño alguno que diera sospechas de que hubiese efecto de la presencia del ácaro, y tampoco se reportó un porcentaje muy alto de impurezas constituido por grano vano por parte de la arrocera, ni tampoco fue notorio a la hora de la cosecha.

Sanabria (2004), dice que las variedades de ciclo corto presentan poblaciones mas bajas de ácaros y mayores rendimientos que las de ciclo medio. Las variedades utilizadas en estos lotes presentan la característica de poseer un tiempo a la cosecha según la oficina nacional de semillas de 128 días, sin embargo el rendimiento de esta variedad fue mucho menor que en los lotes sembrados con la variedad FD-50, lo que nos dice que debemos buscar variedades tolerantes y tomar en cuenta el rendimiento de las mismas a cosecha.

Es importante mencionar que es ese momento se utilizaba la variedad FD-50 como una de las que tolera más la presencia del ácaro y fue sembrada en dos de los lotes a los que se les dió seguimiento, y su rendimiento fue muy diferente, con presencia final de ácaros muy similar, y sin notarse daño visible en la plantación antes de la cosecha.

Castilla (2001), menciona que en FD-50 se pueden presentar de 15-20 % de vaneamiento en la panícula, y que esto es compensado por la longitud de la misma. El vaneamiento mostrado por la variedad y reportado por la arrocera fue muy similar al de otras temporadas en que se había utilizado esta variedad, esto es importante mencionarlo debido a que el daño no fuera visible y se reflejara en los rendimientos finales, sin embargo en esta temporada se obtuvieron rendimientos promedio mucho más altos a los que se obtuvieron en temporadas anteriores y en las que no se realizaba el combate de esta plaga , por la ignorancia de su existencia dentro de los arrozales de nuestro país, y que al parecer, fué un buen inicio para continuar con su monitoreo e ir mejorando para futuras siembras las técnicas de muestreo y de combate de esta plaga.

#### **4.6. Análisis químico de suelo**

##### **Clase de suelo: Vertisol**

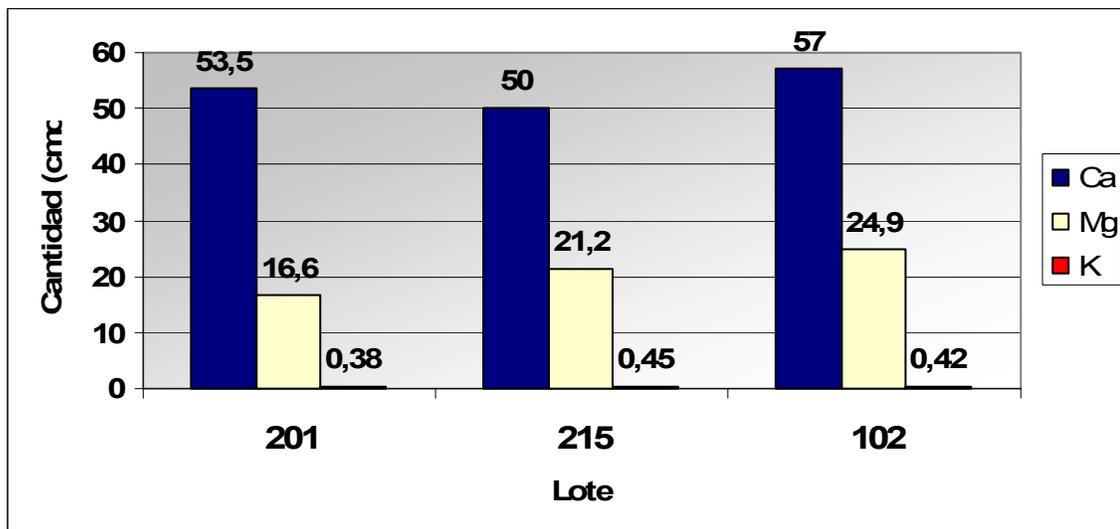
En el análisis químico de suelos se puede observar que los niveles de calcio en los lotes 215, 201 y 102 (Figura 18), se encuentran en un nivel muy alto, superior a los 30 cmol (+)/L, según lo establecido por Kass, 1996 (Cuadro 1), las diferencias en el contenido de este elemento en los lotes evaluados no son muy importantes.

En relación con el magnesio, presenta una situación muy similar al Calcio, en el sentido que los niveles tienden a ser altos en los diferentes lotes.

Bertsch. 1998, menciona que el origen de estos suelos se debe a zonas depresionales que impiden un buen drenaje, además de materiales ricos en

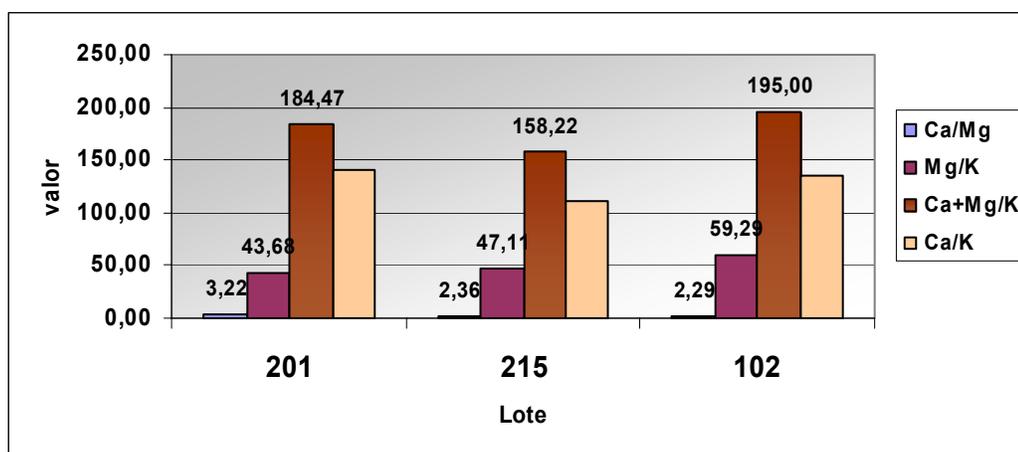
carbonatos de calcio y de magnesio, por lo que es de esperarse el alto contenido de estas bases en los suelos de esta finca.

En el caso del potasio, se encuentra dentro de los niveles adecuados, sin embargo, no tan altos como el calcio y el magnesio.



**Figura 18. Contenido de base intercambiables (cmol (+)/L) obtenido en Lotes 215, 201 y 102, Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

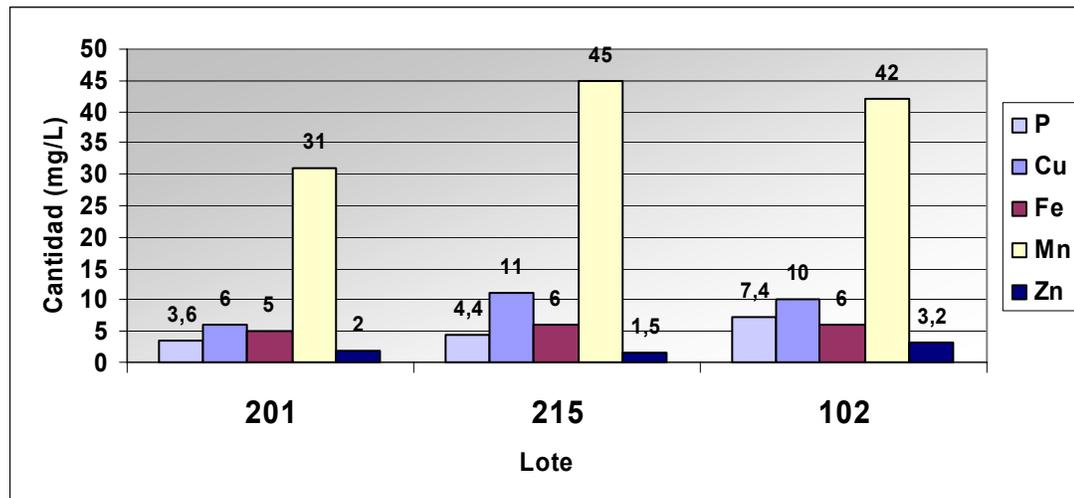
Al analizar las relaciones entre bases de los diferentes lotes, se observa desbalance en la relación Ca/Mg, se encuentra en un nivel medio de 2-5, esto por estar ambas bases en un alto contenido, la relación Mg/K, se observa desbalanceada al estar el magnesio en mayor cantidad respecto al potasio, a pesar de que el potasio se encuentra en niveles adecuados como se mencionó anteriormente, lo mismo sucede en la relación Ca+Mg/K, como consecuencia del mayor contenido de magnesio y calcio en relación con el Potasio. La relación Ca/K, es alta por la misma situación del alto nivel del calcio.



**Figura 19. Relaciones entre bases obtenido en Lotes 215, 201 y 102, Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. 2004.**

En general con los resultados de las relaciones entre bases confirman los problemas de potasio que se pueden tener en estos suelos, pues se encuentran muy por encima de los rangos normales, además por el tipo de arcillas que presentan estos suelos (2:1), que permiten su fijación entre capas, por esta razón el potasio disponible para la planta es el que se pueda incorporar a la solución del suelo por medio de la fertilización granular y no los iones que se encuentran adsorbidos a las arcillas, además el potasio presenta la característica de ser monovalente y se encuentra en desventaja con otros elementos que son de más fácil absorción al ser divalentes, como el magnesio y el calcio.

El principal problema nutricional de estos lotes es la deficiencia de fósforo, debido a la formación de fosfatos de calcio, que aunque son los menos problemáticos, el nivel de este elemento es bajo; se encuentra por debajo de los 10 mg/L, según lo establecido por Kass, 1996 (Cuadro 1).



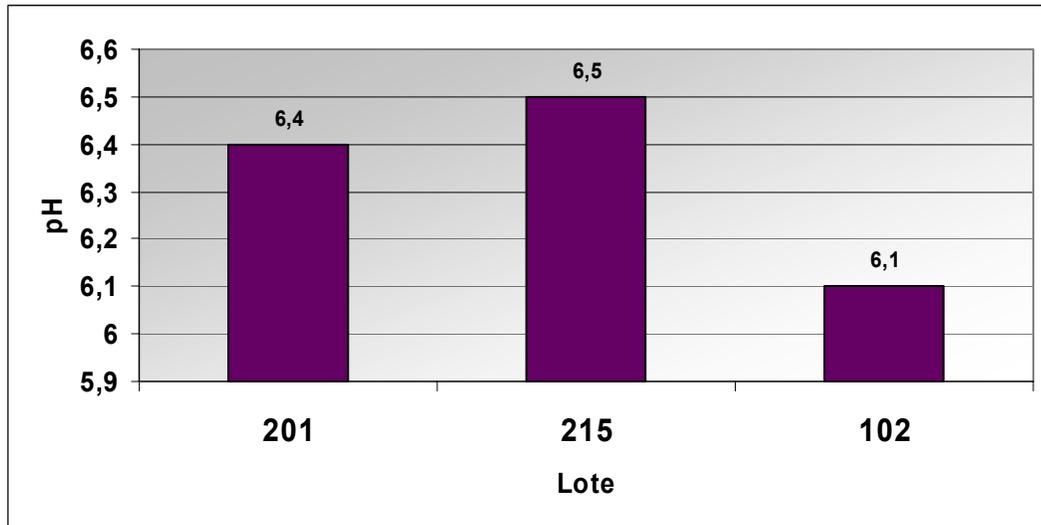
**Figura 20. Contenido de fósforo y elementos menores obtenido en Lotes 215, 201 y 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Por otra parte el comportamiento en los niveles de los demás elementos fue normal (ver figura 20), el Fe y el Mn, se encuentran en niveles adecuados, a pesar de que esperaríamos encontrar un nivel más alto, debido a que en sistemas de inundación se da el fenómeno de oxidación, lo cual aumenta su disponibilidad,

El pH de los lotes se encuentra en niveles altos, superiores a 5.5, lo que no es problema al aumentar este valor en condiciones de inundación y mantenerse mientras esta dure.

Según Bertsch (1998), la presencia de, los niveles de un pH alto afecta el contenido de algunos elementos menores como en Zn. El contenido de este elemento se encuentra en las diferentes muestras en niveles inferiores a lo aceptable, excepto el lote y 102, sin embargo se encuentran en el límite inferior de la categoría de medio, por lo que se pueden considerar como bajo.

El porcentaje de saturación de aluminio se considera despreciable al ser la suma de bases muy elevada por los altos contenidos de Ca y magnesio.

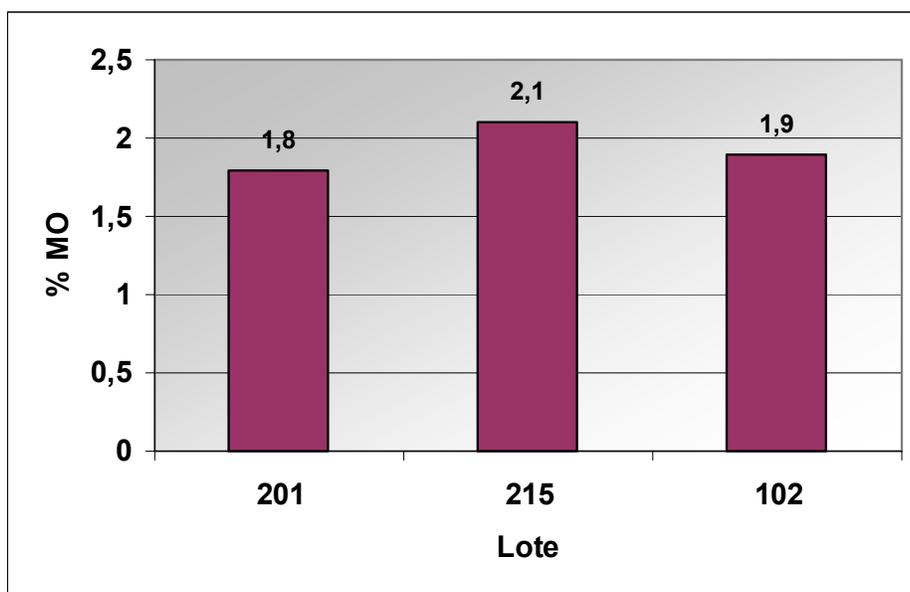


**Figura 21. pH del suelo obtenido en Lotes 215, 201 y 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Los contenidos de materia orgánica (MO) en estos suelos se puede considerar como bajo, según lo establecido por Kass, 1996 (Cuadro 1, figura 22).

El tipo de suelo, por lo general se caracteriza por ser pobre en MO, aunado al uso intensivo de suelo, el sistema de riego por inundación y al manejo de los residuos de cosecha que normalmente se queman, se agrava la posibilidad del aumento de la materia orgánica.

La implementación de otros tipos de labranza podría cumplir una función importante, tal es el caso de la labranza mínima, sin embargo su efecto se debe evaluar después de cierto tiempo y en la finca no se han considerado otro tipo de labranza momento en los últimos años que no se la convencional.



**Figura 22. Porcentaje de materia orgánica obtenido en Lotes 215, 201 y 102, Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

#### **4.7 Cosecha**

La determinación del momento de cosecha resulta fundamental dentro de la economía del cultivo. El tiempo entre la siembra y la cosecha está definido por la variedad, condiciones climáticas y manejo, el criterio para definir el momento óptimo de cosecha está regulado por la humedad del grano, el cual según los parámetros seguidos por la finca, la humedad debe estar entre 18% y 22%; por encima de este rango, indica que el grano no ha cumplido su madurez, lo cual puede afectar el rendimiento, además de requerir mayor empleo de energía para el secado.

En el caso particular de la finca que cuenta con una planta especializada para la limpieza y secado del arroz en granza, después de aquí es trasladado hasta la industria cuando se estime que este se encuentra a 13% de humedad y menos de 3% de impurezas, esto para evitar castigos por parte de la arrocera que recibe el grano para su posterior industrialización.

La ventaja de poseer una instalación como ésta, permite además de un menor castigo, la posibilidad recolectar el grano a una mayor humedad ante la

amenaza de un mal tiempo, así como también contar un análisis previo al envío para evaluar el rendimiento industrial, % de pilado, quebrado, determinar la presencia de grano yesoso y otras variables que afectan la calidad molinera y realizar ajustes en la maquinaria de cosecha para corregir algunas fallas.

El buen funcionamiento de esta máquina va a depender de varios factores, entre ellos, la condición en que se encuentre el terreno, ya que un alto contenido de humedad en suelos tan profundos como los fanguedos, no soportan el peso de la máquina y la carga ocasionando atascamientos, y consecuentemente atrasos en la labor de cosecha, dejando también una mayor cantidad de huellas que dificultan la labor de preparación para el siguiente ciclo, otro aspecto a considerar para esta labor es la condición del cultivo, que no este acamado, ya que las máquinas deben avanzar más lento y recoger una mayor cantidad de paja, dificultando el proceso de limpieza y aumentando la cantidad de impurezas en el producto final recolectado.



**Figura 23. Labor de cosecha mecánica. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**



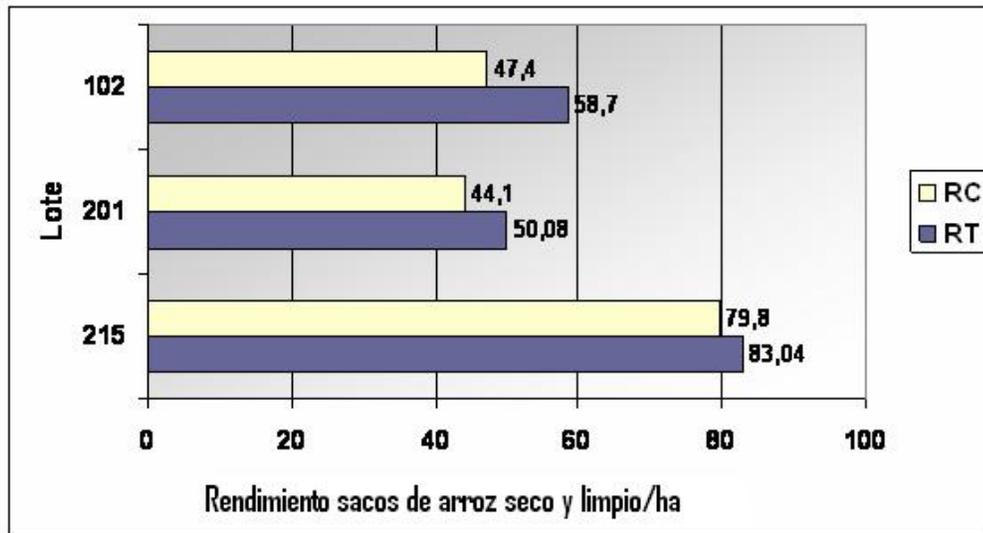
**Figura 24. Labor de descarga de las cosechadoras. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

#### **4.8 Rendimiento**

En el caso del lote 215 el rendimiento teórico (RT), fué de 83 sacos/ha de arroz seco y limpio (S y L), en donde cada saco equivale a 73.6 kg, mientras que el rendimiento de campo (RC) que suministró la arrocera fué de 79 sacos/ha. Esta diferencia es posible por el método de muestreo y a la cantidad de muestras, ya que este lote es bastante extenso y aunque se consideraron todos los sublotes que lo conforman, puede haber mucha variación en cuanto a población de plantas/m<sup>2</sup>, debido a que este lote fue fangueado y muchas veces existen problemas de germinación en lotes no nivelados, situación que se presentó en dos de los lotes. El rendimiento de este lote se considera bastante bueno, tomando en cuenta que el promedio de la finca para esta temporada fue de 58.3 sacos/ha secos y limpios. (Figura 25).

En el lote 201, la diferencia entre el rendimiento teórico y el rendimiento de campo fue aun mayor que en el lote 215, se reportaron 44.1 sacos/ha en RC y

50.08 RT, el rendimiento de este lote no fue muy bueno, ya que se encuentra muy por debajo del promedio final de la finca.



**Figura 25. Rendimiento obtenido en lotes 215, 201 y 102. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

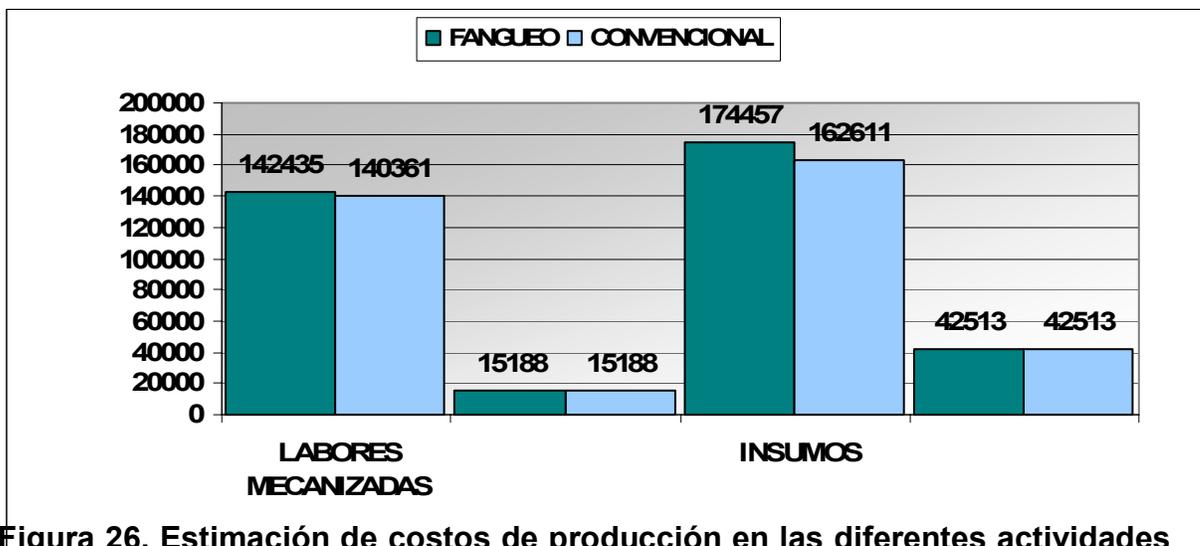
A pesar de que se utilizaron las mismas variedades en los lotes 201 y 215, se dió un manejo agronómico similar por la similitud en cuanto a tipo de suelo y no se presentó daños de alguna plaga o patógeno que pudiera reducir el rendimiento, la diferencia es muy marcada, la única diferencia entre estos lotes fue el método de siembra, sin embargo se obtuvieron poblaciones adecuadas en la etapa de máximo macollamiento, por lo que la diferencia se deba quizás a aspectos como manejo de agua, por la condición difícil del riego en ese sector de la finca, y pudiera ser que en algún momento la planta se sometió a algún tipo de estrés por falta de agua y halla repercutido en el rendimiento, aunque históricamente se reportan bajos rendimientos en este lote.

En el lote 102, se reportó un RC de 47.4 sacos/ha y un RT de 58.7 sacos/ha, este rendimiento es considerado bajo. La variedad utilizada en este lote fue CR-1821, con esta variedad en la finca se reportan mejores resultados para la

temporada de verano que de invierno, por lo que no es sorpresa un resultado de este tipo, dado que este reporte corresponde a la época de invierno.

#### 4.9 Relación beneficio/costo

En el sistema de labranza convencional, se nota una reducción en las labores mecanizadas con respecto a la labranza con fangueo (figura 26), esta debido a que en el sistema de fangueo se realizó una aplicación más con el avión que en el sistema de labranza convencional, lo que significa una diferencia de  $\text{¢}4.305/\text{ha}$ , sin contar esta aplicación se puede notar que en las labores de preparación y siembra en ambos sistemas no existe una gran diferencia con respecto a costo (Cuadros 18, 19).



**Figura 26. Estimación de costos de producción en las diferentes actividades agrícolas realizadas en el cultivo de arroz sembrado en labranza convencional y labranza con fangueo. Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

Por otra parte se debe mencionar que en el sistema de labranza convencional la labor de siembra tiene un costo más alto que en el sistema de fangueo, ya que el equipo utilizado aplica el fertilizante de siembra junto con la semilla, sin embargo a pesar de que se aplica una menor cantidad de abono con el avión, se utiliza una mayor cantidad de semilla en el fangueo, debido a los daños que puede sufrir la semilla expuesta, lo que significa un aumento en insumos en cuanto a semilla e insecticida que fue la aplicación que se realizó de más en el sistema de fangueo (Cuadros 18 y 19). Es importante mencionar que en lo relacionado a insecticidas, existió un aumento debido a la aplicación para el combate del ácaro, no se estima en cuanto aumentó con respecto a cosechas anteriores donde no se utilizaba, debido a que no se cuenta con esta información.

**Cuadro 18. Costos de producción en el cultivo de arroz sembrado en labranza con fangueo. Ranchos Horizonte. Cañas, Guanacaste. Invierno 2004.**

<b>A. LABORES MECANIZADAS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
FANGUEO	HA	1	¢ 33.000,00	¢ 33.000,00
APLICACIÓN FERTILIZANTES	QQ	13,2	¢ 1.766,00	¢ 23.311,20
APLICACIÓN DE HERBICIDAS Y FUNGUICIDAS	Galon	81	¢ 286,90	¢ 23.238,90
SIEMBRA	QQ	3,5	¢ 2.538,60	¢ 8.885,10
COSECHA	SACO	72	¢ 750,00	¢ 54.000,00
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>¢ 142.435,20</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>				
OPERACIÓN DE RIEGO	JORNAL	2,1	7232,54	¢ 15.188,33
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>¢ 15.188,33</b>
<b>C. INSUMOS</b>				
SEMILLA	QQ	3,5	11.200,00	¢ 39.200,00
FERTILIZANTES (GLOBAL)	HA	1	85.685,50	¢ 85.685,50
HERBICIDAS	HA	1	19.681,00	¢ 19.681,00
INSECTICIDAS	HA	1	12.590,92	¢ 12.590,92
FUNGUICIDAS	HA	1	14.546,40	¢ 14.546,40
BACTERICIDAS	HA	1	2.753,30	¢ 2.753,30
COADYUVANTES	HA	1	321,4	321,4
FERTILIZANTES FOLIARES	HA	1	3799,7	3799,7
TARIFA DE RIEGO	HA.	1	9.350,00	¢ 9.350,00
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>¢ 174.457,12</b>
<b>D. ADMINISTRACION Y VENTA</b>	HA	1	42.513,00	¢ 42.513,00
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>¢ 42.513,00</b>
<b>EGRESOS</b>				¢ 374.593,65
<b>INGRESOS/ HA.</b>				¢ 594.164,16
<b>UTILIDAD/ HA.</b>				¢ 219.570,51
<b>RELACION BENEFICIO/COSTO</b>				1,59

En los cuadros 18 y 19, se observa que el total de egresos en el sistema de labranza con fangueo fue de ¢374.593/ha, mientras que en el sistema de labranza convencional el total fue de ¢354.412 y considerando un ingreso teórico utilizando la producción promedio de la finca fue de ¢594.164/ha se obtiene que la relación beneficio/ costo es superior a 1 en ambos sistemas, lo que deja claro la rentabilidad de la actividad en esa temporada.

**Cuadro 19. Costos de producción en el cultivo de arroz sembrado en labranza convencional. Ranchos Horizonte. Cañas Guanacaste. 2004**

<b>A. LABORES MECANIZADAS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
RASTRA FUERTE	HA	1	¢ 14.000,00	¢ 14.000,00
RASTRA LIVIANA	HA	1	¢ 12.000,00	¢ 12.000,00
PASE DE RUFA	HA	1	¢ 10.000,00	¢ 10.000,00
SIEMBRA	HA	1	¢ 10.000,00	¢ 10.000,00
APLICACIÓN FERTILIZANTES	QQ	11	¢ 1.766,00	¢ 19.426,00
APLICACIÓN DE HERBICIDAS Y FUNGUICIDAS	GAL	66	¢ 286,90	¢ 18.935,40
COSECHA	SACO	72	¢ 750,00	¢ 54.000,00
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>138.361,40</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>				
OPERACIÓN DE RIEGO	JORNAL	2,1	¢ 7.232,54	¢ 15.188,33
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>¢ 15.188,33</b>
<b>C. INSUMOS</b>				
SEMILLA	QQ	3	¢ 11.200,00	¢ 33.600,00
FERTILIZANTES (GLOBAL)	HA	1	¢ 79.134,00	¢ 79.134,00
HERBICIDAS	HA	1	¢ 19.580,30	¢ 19.580,30
INSECTICIDAS	HA	1	¢ 9.388,62	¢ 9.388,62
FUNGUICIDAS	HA	1	¢ 16.647,00	¢ 16.647,00
COADYUVANTES	HA	1	¢ 366,98	¢ 366,98
FERTILIZANTES FOLIARES		1	¢ 3.492,70	¢ 3.492,70
TARIFA DE RIEGO	HA.	1	¢ 9.350,00	¢ 9.350,00
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>¢ 158.349,92</b>
<b>D-ADMINISTRACION Y VENTA</b>	HA	1	¢ 42.513,00	¢ 42.513,00
			<b>TOTAL/HA</b>	<b>42.513,00</b>
<b>EGRESOS</b>				¢ 354.412,65
<b>INGRESOS/ HA.</b>				¢ 594.164,16
<b>UTILIDAD/ HA.</b>				¢ 239.751,51
<b>RELACION BENEFICIO/COSTO</b>				1,68

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este trabajo, se resaltan las siguientes conclusiones:

1. Las labores de siembra bajo condiciones de preparación de terreno en fangueo, se debe utilizar una cantidad mayor de semilla debido a los problemas de germinación que se presentan en dicha condición.
2. La población promedio de plantas antes del macollamiento en el lote 102 fue de 428 plantas/m<sup>2</sup>, mientras que en el lote 215 y 201 fue de 507 plantas/m<sup>2</sup> y 402 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente.
3. La población promedio de plantas después del macollamiento en el lote 102 fue de 628 tallos/m<sup>2</sup> de los cuales 481 (74%) fueron tallos con potencial productivo; así mismo, el lote 201 presentó 650 tallos/m<sup>2</sup> y el lote 215 730 tallos/m<sup>2</sup>, 465 (77%) y 590 (80%) tallos con potencial productivo respectivamente.
4. Las principales malezas encontradas previo a la aplicación postemprana, en el lote 102 fueron *Echinochloa colonum*, *Cyperus .iria*, *Cyperus .esculentus* y *Ludwigia sp.* ; mientras que en el lote 201 las malezas con mayor presencia fueron *Heteranthera limosa*, *Cyperus.iria* y *Cyperus .esculentus* y *Ludwigia sp.*, así mismo en el lote 215 las malezas que más se presentaron fueron ciperáceas (*Cyperus.iria* y *Cyperus.esculentus*), *Echinochloa colonum* y *Eclipta alba*
5. Durante el ciclo de siembra de arroz las plagas y enfermedades no fueron factor limitante en el manejo del cultivo y éstas fueron controladas con agroquímicos específicos.

6. De acuerdo con el análisis químico de suelos en los lotes 215, 201 y 102, se obtuvo una alta concentración de calcio (Ca) y magnesio (Mg), el potasio (K) se mantuvo en niveles adecuados mientras que el fósforo (P), mostró niveles bajos. Los demás elementos se mantuvieron dentro del rango normal.
7. Las relaciones de bases obtenidas en los lotes 215, 201 y 102 mostraron desbalances entre ellas, principalmente en las relaciones Ca+ Mg/K, Ca/K y Mg/ K en donde el principal factor de desbalance fue el alto nivel de calcio (Ca) y magnesio (Mg).
8. El contenido de materia orgánica se encuentra bajo, pues normalmente en los vertisoles el contenido de MO es bajo.
9. La metodología para el monitoreo del acaro *S. pinky* en los diferentes lotes, así como las aplicaciones para su control demostraron ser eficaces para lograr una cosecha sin daño ocasionado por dicho insecto.
10. En el lote 215 en el muestreo para el control de *S. pinky* previo a la aplicación para su control se encontraron 14 ácaros en la segunda vaina de las plantas madres, 11 en la tercera vaina y 3 ácaros en la segunda vaina de los hijos.
11. En el lote 201 en el muestreo para el control de *S. pinky* previo a la aplicación para su control se encontraron 11 ácaros en la segunda vaina de las plantas madres, 9 en la tercera vaina y 4 en la segunda vaina de los hijos.

12. En el lote 102 en el muestreo para el control de *S.spinky* previo a la aplicación para su control se encontraron 15 ácaros en la segunda vaina de las plantas madres, 11 en la tercera vaina y 14 en la segunda vaina de los hijos.
13. El lote 102 con la variedad CR-1821, se encontraron poblaciones mayores de ácaros que en las plantaciones con la variedad Fedearroz 50.
14. Las labores mecanizadas en el sistema de labranza convencional constituye un costo más bajo que en el sistema de fangueo, siendo un factor determinante la utilización del avión.
15. El total de egresos para la temporada invernal en Ranchos Horizonte en el sistema de labranza convencional tiene un costo de ₡354.412/ha (\$841.7), mientras que en el sistema de fangueo un costo de ₡374.593 (\$861.1).
16. La labor de cosecha en los lotes de labranza convencional se facilita más que en los lotes con preparación mediante el fangueo.
17. La condición final del terreno de los lotes preparados con fangueo hace incurrir necesariamente en el mismo tipo de labranza para la siguiente temporada.
18. En el lote 215; sembrado con la variedad fedearroz 50 y utilizando labranza con fangueo, el rendimiento teórico fue de 83.04 sacos/ha y el rendimiento de campo fue de 79.8 sacos/ha.
19. En el lote 201; sembrado con la variedad fedearroz 50 y utilizando labranza convencional, el rendimiento teórico fue de 50.08 sacos/ha y el rendimiento de campo fue de 44.1 sacos/ha.
20. En el lote 102; sembrado con la variedad CR 1821 y en labranza con fangueo, el rendimiento teórico fue de 38.7 sacos/ha y el rendimiento de campo fue de 47.4 sacos/ha.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Para la realización de futuros trabajos, realizar un mayor número de muestreos/ha para la determinación del rendimiento.
2. Orientar los criterios de fertilización basados en un análisis químico de suelo previo al inicio de cada ciclo de siembra.
3. Revisar las características de los lotes antes de la realización del trabajo, para así obtener condiciones homogéneas.
4. Por ser ciclos continuos de siembra de arroz, considerar en los monitoreos de plagas y enfermedades la presencia de plagas como nematodos.

## 7. LITERATURA CITADA

- Castilla, L. 2001. ARROZ. Bogota, Colombia. Vol. 50 N 434
- Angladete, A. 1974. Helaros. Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume. Madrid, España. 867p
- Arguedas, G. 2002. Manejo Agronómico de un cultivo de Arroz de Riego Sembrado en Labranza Mínima en Hacienda Mojica, Guanacaste, Costa Rica. Práctica de especialidad. ITCR. San Carlos Costa Rica.
- Bertsch, F. 1998. Fertilidad de los suelos y su manejo. ACCS, San José Costa Rica. 105 p
- Cordero, A. 1993. Fertilización y nutrición mineral del arroz. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica 61-81p.
- Díaz, A. 1989. Nivelación de lotes para la producción de arroz de riego. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 12p.
- FAO. 2000. In: <http://apps.FAO.org./nicio.htm>
- Fernández, V. 1980. Observaciones de la técnica utilizada en la producción comercial de arroz anegado en la zona de Liberia, Guanacaste. Práctica de especialidad ITCR. San Carlos Costa Rica.
- González, J. 1983. Principales malezas en el cultivo de Arroz en América Latina. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 26p.
- Grist, D. H. 1982. Arroz. Primera edición. Editorial Continental. México, D. F. 80p.
- Holdredge, L. 1982. Ecología basada en Zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica. 216p.
- León, L. A. 1981. Química de los Suelos Inundados. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 12-22p

- Medrano, A. 1990. Evaluación de siete líneas promisorias y cinco cultivares comerciales de arroz (*Oriza sativa* L) bajo condiciones de riego durante la estación seca en Guanacaste. Práctica de especialidad Bach. Ing. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos. 116p.
- Montero. C; Montero, N. 1996. Evaluación Agronómica, Productiva e industrial de dos variedades de arroz (*Oriza sativa* L), SETESA-9 y CR 751, bajo condiciones de producción comercial en finca la vega, San Carlos. Práctica de especialidad. ITCR. San Carlos Costa Rica.
- Muller, E. 1984. Problemas Del cultivo del Arroz en los trópicos. IIRI/CIAT (Instituto Internacional de Investigación del Arroz/ Centro Internacional de Agricultura Tropical) 96-97p.
- Pizarro, H. 1993. Eficiencia de la utilización de arroz de riego. IICA/SENARA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas/ Servicio Nacional de Riego y Avenamiento)
- Pla, I. 1995. Degradación y conservación de suelos, conceptos básicos. In Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de labranza Conservacionista (2, 1993, Guanare, Acarigua, Venezuela). [Memorias]. Guanare, Acarigua, VE, FONAIAP. P. 13-41.
- Sanabria, A. 2000. Guía técnica para la producción de Arroz Bajo Riego. SENARA. Guanacaste, Costa Rica. 40p
- Sanabria, U. Aguilar, H. 2004. Acaro del vaneo del arroz. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Boletín técnico Fitosanitario.11 p
- Tascon, E. García, D. 1985. Arroz investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia.

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1. Ubicación de los lotes 215, 201 y 102 en finca Ranchos Horizonte;  
Cañas, Guanacaste.**

