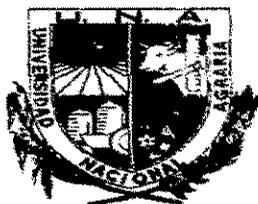


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**



# **TRABAJO DE TESIS**

**EVALUACIÓN Y PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO  
DE DIEZ LINEAS PROMISORIAS Y TRES VARIEDADES COMERCIALES  
DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE RIEGO,  
MALACATOYA, GRANADA**

## **AUTOR**

*Br.* HUASCAR LENIN LINARTE GUERRERO

## **ASESORES**

*Ing. Agr.* ALVARO BENAVIDES GONZÁLEZ

*Dr. Agr.* LAZARO NARVÁEZ ROJAS

**NOVIEMBRE, 2001  
MANAGUA, NICARAGUA**

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de diploma al ser supremo *Dios* por darme el privilegio de la vida y poder concluir mi carrera universitaria de forma satisfactoria.

A mi madre *Lic Rafaela Guerrero Roa* le estoy infinitamente agradecido por todo su amor sacrificio y apoyo brindado durante toda mi vida y jugar un doble papel importante en la sociedad.

A mi tío *Francisco Guerrero Roa* por todo el apoyo incondicional durante mi formación no solo como profesional sí no como una persona útil a la sociedad.

A mi padre *Ing. Benjamín Linarte Cuevas* y mis hermanos *Claudia, Xochilt, Adiac* y *María Linarte Guerrero*. A mis sobrinos *José, Alexander* y *Carlos* por ser yo ejemplo para ellos en el futuro.

*Huáscar Lenín Linarte Guerrero*

## AGRADECIMIENTO

Asesor, *Dr. Agr. Lázaro Narváez Rojas* responsable del Programa Nacional de Arroz CNIA-INTA Por haberme brindado su apoyo en la orientación en la fase de campo por lo cual aspiro al *Título de Ingeniero Agrónomo*.

Asesor, *Ing. Agr. Alvaro Benavides González* (UNA-REGEN) por brindarme asistencia técnica en los análisis estadísticos y orientación en el trabajo de diploma.

*Ing Agr. Cesar Estrada* director técnico privado del INTA por su apoyo en la ejecución y gestión de trabajo de diploma.

*Ing. Agr. Martha Blandón, Drs. Rodolfo Rodríguez y Alexander Martínez.*

A mis compañeros (a) *Marcela Cajina, Alfredo Arguello, Vidal Ascencio y Jerry Arguello.*

Al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) por el apoyo brindado en materiales y el uso de equipos. A todos los Profesores de la Universidad Nacional Agraria (UNA) que me transmitieron sus conocimientos. Al personal del CENIDA, por su apoyo logístico en el material bibliográfico.

“Un pueblo de hombres educados será siempre un pueblo de hombres libres” (*José Martí*).

*Huáscar Lenín Linarte Guerrero*

# INDICE GENERAL

<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b> Descripción del lugar	3
<b>2.2</b> Tratamientos evaluados	4
<b>2.3</b> Diseño y área experimental	5
<b>2.4</b> Variables evaluadas	5
<b>2.4.1</b> Variables de crecimiento y desarrollo	6
<b>2.4.2</b> Variables de rendimiento	9
<b>2.5</b> Evaluación de enfermedades	10
<b>2.6</b> Manejo agronómico	11
<b>2.6.1</b> Preparación del suelo	11
<b>2.6.2</b> Siembra	11

<b>2.6.3</b>	Fertilización	12
<b>2.6.4</b>	Control de malezas	12
<b>2.6.5</b>	Control de plagas	12
<b>2.6.6</b>	Control de enfermedades	13
<b>2.7</b>	Análisis estadístico	13
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	Variables de crecimiento y desarrollo	14
<b>3.2</b>	Variables de rendimiento	19
<b>3.3</b>	Principales enfermedades evaluadas	23
<b>3.4</b>	Análisis multivariado en las variables evaluadas	25
<b>3.4.1</b>	Análisis de Componentes	
	Principales (Princom)	25
<b>3.4.2</b>	Análisis de Conglomerados (Cluster)	27
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>29</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>30</b>
<b>V.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO I</b>		
CATALOGO DE DIEZ LINEAS Y TRES VARIETADES DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.) EVALUADAS EN MALACATOYA, GRANADA. 2000-2001		<b>33</b>

## INDICE DE TABLAS

<u>Tabla No.</u>		<u>PÁGINA</u>
1.	Análisis químico de suelo y agua de la finca Las Lajas Malacatoya, departamento de Granada	4
2.	Origen de las líneas promisorias y variedades que se evaluaron en la zona de Malacatoya, Granada	4
3.	Evaluación de los estados fenológicos de la planta de arroz	5
4.	Grado de macollamiento	6
5.	Escala de senescencia	7
6.	Altura de planta	7
7.	Escala de acame	7
8.	Escala de aceptabilidad fenotípica	8
9	Escala de ejerción	8
10.	Evaluación de piricularia en el cuello de la panícula y nudos	10

<b>11.</b>	Evaluación de piricularia en la hoja, escaldadura foliar y Helminstosporiosis	11
<b>12.</b>	Momentos de fertilización	12
<b>13.</b>	Comportamiento de Longitud de panícula (PnL), fertilidad de espiguillas (St) y número de granos (Ngp) de diez líneas y tres variedades de arroz	20
<b>14.</b>	Porcentajes de información retenida por los Componentes Principales en la evaluación de 13 cultivares de arroz utilizando 8 variables cualitativas y 12 cuantitativas	26

## INDICE DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Promedios de Temperatura (Temp.), Precipitación (Pp.) y Humedad Relativa (H.R.) en la zona de Malacatoya, Granada. INETER, 2000.	3
2. Comportamiento de la floración (Fi), altura de planta (Ht) y macollamiento (Ti) de diez líneas y tres variedades de arroz	15
3. Comportamiento de la senescencia (Sen), acame (Lg), aceptabilidad (PAcp) y ejercerión de la panoja (Exc) de diez líneas y tres variedades de arroz	17
4. Comportamiento de la piricularia en el cuello de la panícula (NBL), piricularia en la hoja (BI), helminsporiasis (BS) y escaldadura foliar (LSc) de diez líneas y tres variedades de arroz	24
5. Representación de los tres primeros Componentes Principales que retienen el 74 % de la variación total en la evaluación de 13 cultivares de arroz	26
6. Dendrograma de 13 cultivares de arroz utilizando 8 variables cualitativas y 12 cuantitativas	27

## RESUMEN

El experimento fue establecido en la finca Las Lajas ubicado en el municipio de Malacatoya, departamento de Granada. La zona del ensayo se encuentra ubicada en los 12° 04' 40" de latitud Norte y 86° 01' 55" longitud Oeste en una altura de 70 msnm, la zona se caracteriza por tener suelos arcillosos. El trabajo de campo estuvo comprendido entre el 4 de Agosto al 11 de Diciembre del 2000, se utilizó el diseño en Bloques Completamente al Azar (BCA) con 13 cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) y cuatro repeticiones. Se utilizaron análisis estadísticos univariados (ANDEVA) y multivariados (Conglomerados y Componentes Principales); separación de medias según Tukey ( $\alpha=0.05$ ). En el ensayo se evaluaron características fenotípicas de 10 líneas promisorias procedentes de Cuba y tres variedades comerciales procedentes de Nicaragua, Colombia y Taiwán estas variedades son INTA N-1, ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN 10, respectivamente. Se evaluaron variables de crecimiento y desarrollo, tales como floración, altura de planta, macollamiento, aceptabilidad fenotípica, y rendimiento de granos, entre otras, y las principales enfermedades. Mediante la caracterización se determinó que los 13 cultivares estudiados presentaron variación morfológica y fenológica, el análisis multivariado diferenció las líneas de las variedades. Las líneas ECIAV-118, ECIAV-119, ECIAV-120 y la variedad ORYZICA LLANOS 4 presentaron senescencia tardía y lenta, y excelente aceptabilidad fenotípica. El rendimiento de las variedades superaron a las líneas, presentando promedios de 4785 y 4822 kg/ha., en cambio las líneas mostraron rendimientos entre 3835.0 y 4572.0 kg/ha. Las líneas ECIAV-118 y ECIAV-119 mostraron mayor tolerancia a las enfermedades, en cambio TAICHUNG SEN-10 fue la mejor entre las variedades.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) aporta en las partes más pobres del mundo el 80 % de proteínas de la dieta diaria y 10 % de calorías. En América Latina la tercera parte de caloría que consumen sus habitantes provienen de este grano, por lo tanto lo convierte en uno de los cultivos de mayor importancia (CIAT, 1985).

En Nicaragua el arroz, ocupa el segundo lugar entre los cultivos alimenticios después del maíz; es el único país de Centro América en el cual el 65 % de la producción proviene del ecosistema de riego y 35 % el sistema de arroz de secano. La producción es exclusivamente para el mercado interno. El cultivo es manejado bajo tres sistemas: riego, secano favorecido y secano no favorecido (Somarriba, 1998). El sistema de riego ha recibido más investigación, tiene rendimiento más altos y es más fácil de mejorar que el sistema de secano, esto es debido a que el agua controlada en el riego reduce bastante las limitantes, de tal manera que el ecosistema de riego es menos complejo, más estable y uniforme que secano (CIAT, 1985).

En los años 97/98 el área ocupada por este rubro se incrementó a 101 miles de manzanas lo cual equivale a 70126.7 hectáreas con una producción promedio de 1940.8 Kg/ha. Para los ciclos 1998-1999 el área proyectada fue de 24577.5 hectáreas, siendo menor en un 12.96 % debido a los altos costos de producción, por tal razón el sistema de riego ha venido siendo sustituido en los últimos ciclos por la siembra de arroz secano (MAG, 1999).

El rendimiento nacional del cultivo ha variado negativamente a causa de muchos factores como condiciones climáticas, características del suelo, uso de variedades de bajo potencial de rendimiento, bajo nivel de

tolerancia a enfermedades y manejo fitosanitario (Narváez, 1996). Estas reducciones conllevan a importar grandes cantidades del grano para satisfacer las demandas de consumo nacional. Es por eso que el Programa Nacional de Arroz ha incrementado esfuerzos para obtener nuevas líneas o variedades con amplia adaptabilidad a las diferentes zonas arroceras para su posterior liberación con la finalidad de contribuir a la seguridad alimentaria de la población y al aumento de producción y productividad de este rubro en beneficio de la familia productora y al ahorro de divisas al gobierno.

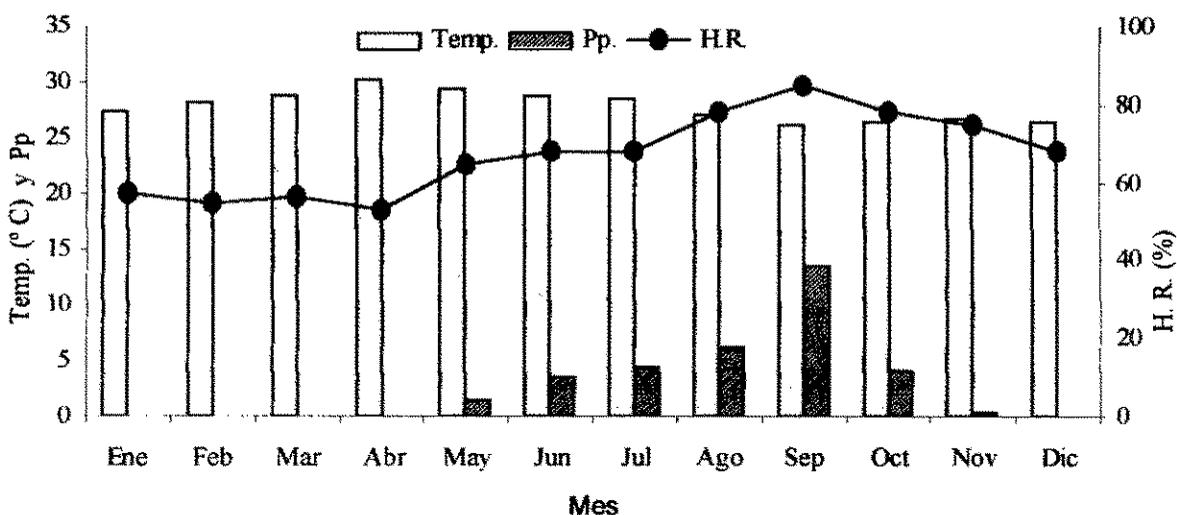
Tomando en consideración lo expuesto anteriormente este trabajo pretende aportar información sobre la evaluación de diez líneas y tres variedades de arroz en la zona de Malacatoya (Granada), teniendo como objetivos los siguientes:

1. Evaluar diez líneas promisorias y tres variedades de arroz con características fenotípicas de interés comercial bajo el sistema de riego.
2. Determinar los materiales genéticos de mayor rendimiento y característica de interés agronómico bajo el sistema de riego.
3. Determinar la similitud de 13 cultivares de arroz, y el aporte de la variación de las variables, mediante técnicas de análisis multivariados.
4. Establecer un catálogo con las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivares estudiados.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Descripción del lugar

El experimento se estableció el cuatro de agosto del año 2000, en la finca Las Lajas ubicada en el municipio de Malacatoya, departamento de Granada. La zona de experimentación se encuentra ubicada en los 12° 04' 40" latitud Norte y 86° 01' 55" longitud Oeste a una altura de 70 msnm. La zona se caracteriza por tener suelo arcilloso e hidromórficos (INETER, 2000). Los promedios de temperatura, precipitación y humedad relativa en los años 1995-1999 fueron de 27.2 °C, 1520.5 mm y 74 %, respectivamente. Las características climatológicas obtenidas durante el período del ensayo se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Promedios de Temperatura (Temp.), Precipitación (Pp.) y Humedad Relativa (H.R.) en la zona de Malacatoya, Granada. INETER, 2000.

Las propiedades químicas que presentó el suelo en donde se estableció el experimento se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Análisis químico de suelo y agua de la finca Las Lajas Malacatoya, departamento de Granada

pH (H <sub>2</sub> O)	MO %	N %	P Ppm	(Meq/100 gs)			ppm			
				K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
7.8	2.39	0.11	20.3	1.58	28.8	9.9	10	3	2	6

**Fuente:** Laboratorio de suelo y agua (UNA, 2000)

## 2.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos estuvieron conformados por diez líneas promisorias y tres variedades de arroz (Tabla 2).

**Tabla 2.** Origen de las líneas promisorias y variedades que se evaluaron en la zona de Malacatoya, Granada

Tratamientos	Material genético	Origen
<b>Líneas</b>		
T1	ECIAV-39	Cuba
T2	ECIAV-43	Cuba
T3	ECIAV-59	Cuba
T4	ECIAV-62	Cuba
T5	ECIAV-63	Cuba
T6	ECIAV-76	Cuba
T7	ECIAV-92	Cuba
T8	ECIAV-118	Cuba
T9	ECIAV-119	Cuba
T10	ECIAV-120	Cuba
<b>Variedades</b>		
T11	INTA N-1	Nicaragua
T12	ORYZICA LLANOS-4	Colombia
T13	TAICHUNG SEN-10	China (Taiwán)

### 2.3 Diseño y área experimental

Se utilizó un diseño en Bloques Completamente al Azar (BCA) con 13 tratamientos (Tabla 2), los cuales se azarizaron en 4 bloques. La parcela estuvo compuesta por 5 surcos de 4 m de longitud con una separación entre hilera de 0.30 m. Cada bloque tenía 78 m de longitud y compuesto de 65 surcos en cada una de las 13 parcelas, la distancia entre bloques fue de 1 m, la parcela útil estuvo conformada por los 3 surcos centrales. El área total del experimento fue de 409.5 m<sup>2</sup>. La germinación de la semilla fue de un 85 por ciento.

### 2.4 Variables evaluadas

El resultado de la evaluación de cada variable se realizó considerando el estado de desarrollo fenológico de la planta el cual se indica entre paréntesis a la par de cada variable de acuerdo al estado fenológico tal como se describe en la Tabla 3:

**Tabla 3.** Evaluación de los estados fenológicos de la planta de arroz

Calificación	Categoría
00	Germinación
01	Plántula
02	Ahijamientos
03	Elongación del tallo
04	Cambio de primordio
05	Panzoneo
06	Floración
07	Estado lechoso del grano
08	Estado pastoso del grano
09	Maduración fisiológica/ Madurez de cosecha

## 2.4.1 Variables de crecimiento y desarrollo

### Floración (F1)

Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50 % de la población de planta floreció, estado de evaluación fue en la etapa (06).

### Habilidad de macollamiento (Ti)

Las condiciones ambientales pueden tener una fuerte influencia en el grado de macollamiento. Tiempo de evaluación fue en la etapa (02) del ciclo vegetativo. La evaluación se realizó por metro lineal en la parcela útil.

**Tabla 4.** Grado de macollamiento

Calificación	Categoría	Descripción (no. de tallos)
1	muy bueno	Más de 25
3	bueno	20 - 25
5	mediano	10 - 19
7	débil	5 - 9
9	escaso	Menos de 5

### Senescencia ( Sen )

Este es un carácter importante, ya que la rápida senescencia de las hoja puede ir en perjuicio del rendimiento si los granos no están completamente llenos. Tiempo de evaluación fue en el estado fenológico (09).

**Tabla 5.** Escala de senescencia

Escala	Categoría	Descripción
1	Tardío y Lento	Hojas color verde natural
5	Intermedio	Amarillamiento de las hojas superiores
9	Temprana y Rápida	Todas las hojas amarillas o muertas

**Altura de planta (Ht)**

Se registró la altura de la planta en cm, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo la arista. Tiempo de evaluación, estado fenológico (09).

**Tabla 6.** Altura de planta

Escala	Categoría	Descripción
1	Plantas semienanas	Menos de 100 cm
5	Plantas intermedias	De 110 a 130 cm
9	Plantas altas	Más de 130 cm

**Acame (Lg)**

Esta relacionado con la poca altura de la planta y es la habilidad de los tallos de permanecer erectos en el campo, el tiempo de evaluación fue en el estado fenológico (09).

**Tabla 7.** Escala de acame

Escala	Categoría	Descripción
1	Tallos fuertes	Sin volcamientos.
3	Tallos moderadamente Fuerte	La mayoría de las plantas (más del 50 %) presentas tendencia al volcamiento
5	Tallos moderadamente débiles	La mayoría de las plantas moderadamente volcadas.
7	Tallos débiles	La mayoría de las plantas casi caídas.
9	Tallos muy débiles	Todas las plantas en el suelo.

### **Aceptabilidad fenotípica (PAcp)**

La evaluación del material se realizó de forma subjetiva de acuerdo con los objetivos del mejoramiento, refleja las condiciones del material para cada localidad específica. Se evaluó en el estado fenológico (09).

**Tabla 8.** Escala para evaluar evaluación de aceptabilidad fenotípica

Calificación	Categoría
1	Excelente
3	Bueno
5	Regular
7	Pobre o malo
9	Inaceptable

### **Exerción de la panícula (Exs)**

La exerción de la panícula se consideró como la habilidad de las panículas de emerger completamente de la hoja bandera. La no-emergencia se considera como una característica genética negativa. Sin embargo los factores ambientales y las enfermedades contribuyen a este defecto. Las características deseables para la selección de las líneas debe ser de buena a moderada El tiempo de evaluación fue en el estado fenológico (09) .

**Tabla 9** Escala de exerción

Escala	Categoría	Descripción
1	Buena	El nudo ciliar se encuentra 8 cm o más por encima del cuello de la hoja bandera
3	Moderada	El nudo ciliar se encuentra entre 4 y 7 cm por encima del cuello de la hoja bandera
5	Casi definida	El nudo ciliar se encuentra entre 1 y 3 cm por encima del cuello de la hoja bandera
7	Parcial	El 50% de las panículas presentan 3 o 4 cm por debajo del cuello de la hoja bandera
9	Deficiente	El 50% de las panículas presentan 4 cm o más por debajo del cuello de la hoja bandera

## **2.4.2 Variables de rendimiento**

### **Longitud de Panícula (PnL)**

Para determinar este carácter se midieron diez panículas por parcela en cm obteniéndose su media. Tiempo de evaluación fue en el estado fenológico (09).

### **Números de granos por panícula (Ngp)**

De cada parcela experimental se tomaron diez panículas al azar y se contó el número de granos total para luego obtener los promedios. El estado fenológico (09).

### **Fertilidad de la panícula (St)**

De las diez panículas tomadas por parcela se contaron el número de espiguillas con granos obteniéndose así el porcentaje de fertilidad de cada tratamiento.

### **Peso de 1000 granos (PMG)**

Se tomaron tres muestras de 250 gramos por líneas y el promedio se multiplicó por cuatro para obtener el peso de 1000 gramos con un grado de humedad de un 14 % expresándose el dato en gramos.

### **Rendimiento en grano (Yld)**

El rendimiento se determinó en el estado fenológico 9 de la planta (arroz en cáscara), y se expresó en kg/ha al 14 % de humedad, el grano a utilizar será solo el cosechado en el área de la parcela útil previamente limpio.

## 2.5 Evaluación de enfermedades

La evaluación de las enfermedades se realizó tomando en cuenta el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (1983), mediante las escalas o calificaciones. Las enfermedades evaluadas preliminarmente fueron: Piricularia de cuello de la panícula, los nudos y hoja (*Pyricularia oryzae*); Escaldadura foliar (*Rhizosporium oryzae*), y Helminstosporiosis (*Helminstosporium oryzae*).

### **Piricularia de cuello de la panícula y en los nudos (NBI)**

Tiempo de evaluación. Estado fenológico (08) aplicación de la escala se realizó según el porcentaje de panículas o nudos afectados (CIAT, 1983).

**Tabla 10.** Evaluación de piricularia en el cuello de la panícula y nudos

Calificación	Categoría	Descripción
0	Ninguna lesión visible	Sin afectación.
1	Menos de 1 %	Pocas ramificaciones secundarias afectadas.
3	1-5 %	Varias ramificaciones secundarias afectadas o ramificación principal
5	6-25 %	Eje o base de panícula parcialmente afectada
7	26-50 %	Eje o base de panícula afectada totalmente o más del 30 % de granos llenos
9	51- 100 %	Base de panícula o entrenudo superior afectados totalmente con menos del 30 % de granos llenos

### **Piricularia en la hoja (BI), Escaldadura foliar (LSc) y Helminstosporiosis (Bs)**

Tiempo de evaluación. Estado (08) aplicación de escala según el área foliar afectada.

**Tabla 11.** Escala de Piricularia en la hoja (BI), Escaldadura foliar (LSc) y Helminstosporiosis (Bs)

Calificación	Categoría	Descripción (en la hoja)
0	Ninguna lesión visible	Sin lesión
1	Menos de 1 %	Lesiones apicales
3	1-5 %	Lesiones apicales
5	6-25 %	Lesiones apicales y algunas marginales
7	26-50 %	Lesiones apicales y marginales
9	51- 100 %	Lesiones apicales y marginales

## 2.6 Manejo agronómico

### 2.6.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se inició 15 días antes del establecimiento del cultivo de arroz, realizándose un pase de Row-plow, más dos pases de gradas, posteriormente se inundó la terraza de agua y se realizaron dos pases de bancas con fanguero. Un día antes de la siembra se niveló el suelo manualmente, luego se procedió a drenar el agua de la terraza, también se limpiaron los restos de malezas que aun estaban presentes.

### 2.6.2 Siembra

La siembra se realizó el cuatro de agosto del 2000, después de haber drenado el campo durante 24 horas, procediéndose al rayado de los surcos y el sembrado de las semillas secas a chorrillo a razón de 103.3 kg/ha. El manejo de agua se realizó de acuerdo al manejo convencional de la finca Las Lajas, manteniendo una lámina de 2 pulgadas de agua hasta los 15 días después del 100 % de la floración.

### 2.6.3 Fertilización

Se aplicó fertilizante completo (NPK) de la fórmula 12-30-10, sulfato de amonio más Urea 46% en la proporción 100-60-20 Kg/ha distribuido en cuatro aplicaciones como se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12** Momentos de fertilización

DDS	Fórmula	Dosis (Kg)
15	12-30-10	100
	Sulfato de Amonio21%	52
30	12-30-10	100
	Sulfato de Amonio21%	52
45	UREA46%	56
60	UREA46%	56

DDS Dias después de la siembra

### 2.6.4 Control de malezas

El control de malezas se realizó a través del control químico a los 15 días de germinado utilizando Nominee (Byspyrilac de Sodio) a razón de 70 cc/mz y Clincher (Cyhalofop) razón de 1 lt/mz. A los 50 días se realizó un control manual. Las malezas que se presentaron fueron *Echinocholoa colonum*, *Rottboelia cochinchinensis*, *Cyperus ira*, *Monochoria vaginalis*.

### 2.6.5 Control de Plagas

En la siembra de invierno se aplicó Terbusac (Terbufos) a razón de 10 Kg/mz para el control de plaga de suelo y nemátodos y para el control de plagas del follaje y panícula se realizaron tres aplicaciones de MTD-600 (Metamidafos) solo a razón de 1 lt/mz, más tres aplicaciones en mezclas de Cypermat (Cipermetrina), a razón de 1.5 lt/mz mas MTD-600 (Metamidafos), a razón de 1 lt/mz (Narváez, 1996).

### **2.6.6 Control de enfermedades**

Para la protección de espigas y manchado de granos se realizaron dos aplicaciones a los 65 y 80 días después de germinado el arroz utilizando Benlate (Benomil) a razón de 0.5 kg/mz. Se identificó y se determinó el grado de incidencia de las enfermedades, utilizando la escala del Sistema Evaluación Estándar para el arroz del CIAT (1983), estas fueron *Piricularia* en las hojas, cuello y nudos; *Helminthosporiosis* y Escaldadura foliar.

### **2.7 Análisis estadístico**

La información fue manejada en hojas electrónicas (Excel) y analizada con los estadísticos SAS y Minitab. Asimismo, se utilizaron análisis estadísticos univariados (ANDEVA) y multivariados (Cluster y Componentes Principales); separación de medias según Tùkey ( $\alpha=0.05$ ) y parámetros estadísticos básicos (mínima, media, y coeficiente de variación) para la conformación del Catálogo (ANEXO I).

Las variables continuas y discretas fueron estandarizadas para la conformación del análisis de conglomerados (Ward's) y Componentes Principales (Princom); estos análisis fueron utilizados con el objetivo de agrupar accesiones e identificar las variables que aportan más a la variación total de los cultivares estudiados.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1 Variables de crecimiento y desarrollo**

##### **Altura de planta (Ht)**

La escogencia de determinada altura de planta al momento de hacer selección varietal adquiere importancia desde el punto de vista agronómico debido a la relación que esta tiene con la resistencia al acame; así mismo, la cosecha mecánica y manual es otro factor de importancia a considerar en el proceso de selección (Zeledón, 1993). Existen variedades o líneas de porte bajo y porte alto donde las variedades comerciales sus alturas oscilan entre 1 y 1.5 m, el rendimiento y la respuesta al nitrógeno de las variedades de arroz están frecuentemente correlacionadas inversamente con la altura de la planta ( CIAT1983).

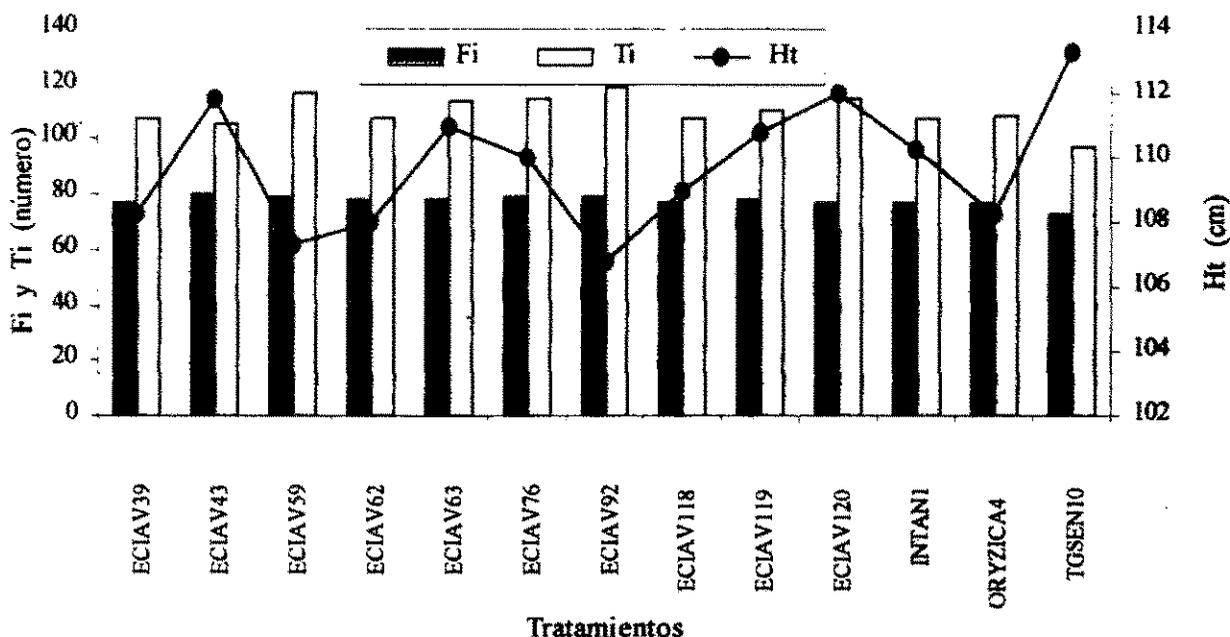
En este estudio la variable altura no presentó significancia estadística, los materiales evaluados mediante el Sistema de Evaluación Estándar de arroz (CIAT, 1983) se clasifican en plantas intermedias (Escala 5), los tratamientos T13, T10 y T2 son los de mayor altura con 113.3, 112, 111.8 cm, respectivamente; los tratamientos de menor altura fueron T7 y T4 con 106.8 y 108 cm, respectivamente.

##### **Macollamiento (Ti)**

El número de macollas o hijos tiene una correlación positiva o negativa con la producción de granos, dependiendo del cultivo de arroz y las condiciones ambientales en las que se desarrolla (Somarriba, 1998).

No se encontró diferencia significativas para el número de macollas siendo los tratamientos T7, T3, T10, T6, T5 y T9 los de mayor número de tallos con 118.8, 116.8, 114.8, 114.3, 113.3 y 110.3 respectivamente (Figura 2) los tratamientos T1, T4, T8, T2 los de menor número de tallos con

promedios entre 106 y 108 tallos; de igual forma se ubicaron las variedades testigos INTA N-1, ORYZICA LLANOS 4 y TAICHUNG SEN - 10 con 108.5, 107.5 y 97.3, respectivamente. El número de macollas es inferior que en años anteriores donde se reporta que el número de macollas es de 150-200, lo cual se vio afectado posiblemente por problemas de alcalinidad del suelo.



**Figura 2.** Comportamiento del número de días a floración (Fi), y número de macolla por metro lineal (Ti) y altura de planta (Ht) en diez líneas y tres variedades de arroz.

### Floración (F1)

La floración es la emergencia de la panícula de la vaina de la hoja bandera, marca el comienzo de la etapa de la floración y es seguida inmediatamente por la fecundación de las flores en el tercio superior de la panícula (CIAT, 1983).

Pérez *et al.*, (1985), señala que el ambiente tiene gran influencia sobre la duración del ciclo y el rendimiento en el arroz. En primer lugar la temperatura y el fotoperíodo son los factores que más influyen en la duración del periodo del proceso de floración.

Los días a floración es importante, siendo deseables para variedades de secano la precocidad para escapar de los factores climáticos adversos como la sequía no así para variedades de riego.

El testigo TAICHUNG SEN-10 resultó ser el más precoz con 73 días a floración, seguido por los tratamientos T10, T5, T4, T9 con 76.8, 77.8, 78 y 78.5 días a floración, respectivamente. Los materiales que resultaron ser más tardíos fueron los tratamientos T3, T6, T7, T2 con 79.5, 79.5, 79.5, 79.8 días a floración, respectivamente. El testigo INTA N-1 y ORYZICA LLANOS-4 (ORYZICA4) presentaron 77.3 y 76.8 días a floración.

### **Senescencia (Sen)**

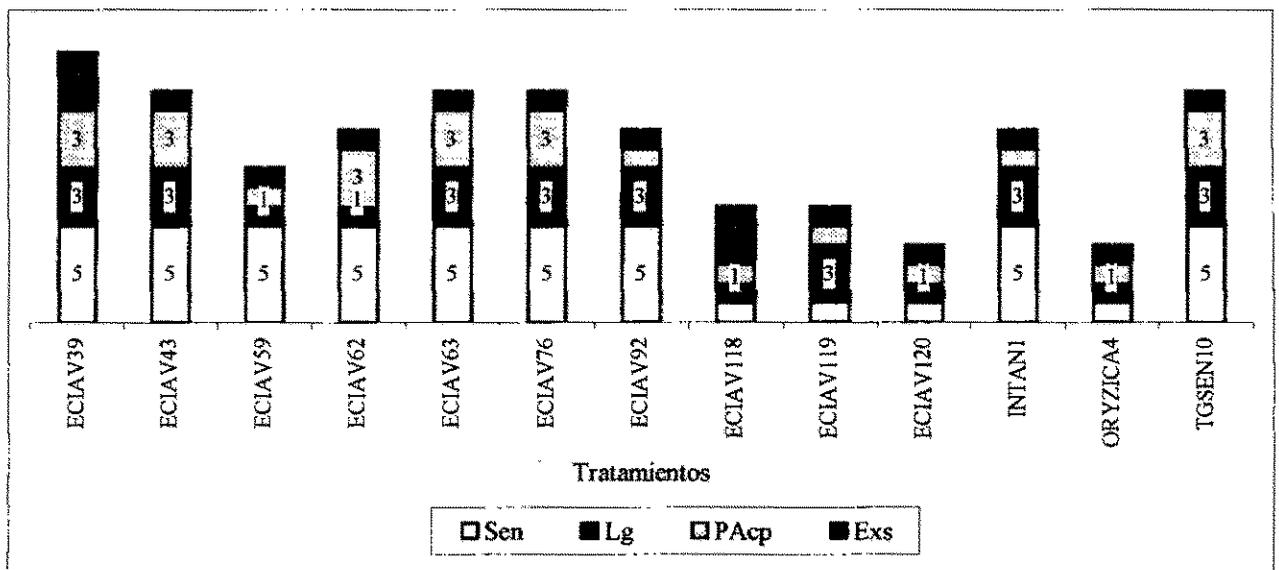
La senescencia esta referida a la madurez de las hojas de la planta de arroz, ya que la rápida senescencia de la hoja puede ir en detrimento del rendimiento de los granos de arroz que no se encuentran completamente llenos (CIAT 1983). Algunos fitomejoradores opinan que las últimas hojas de senescencia lenta ayudan a un mejor llenado de granos (80 por ciento), debido a que estas aumentan la producción de carbohidratos en la planta (De Datta, 1986; Martínez, 1988). Esto tiene relación con lo mencionado por Chandler (1984), quien hace referencia a que hay una alta correlación positiva entre la cantidad de radiación solar recibida por la planta de arroz durante los 45 días anteriores a la cosecha y el rendimiento de granos.

Mediante el sistema de Evaluación Estándar del CIAT se clasificaron en dos categorías: tardío y lenta (Escala 1) a las líneas T8, T9 y T10 dentro de esta categoría se ubicó el testigo ORYZICA LLANOS-4. (figura 3) En la segunda categoría intermedio (Escala 3) se encuentran las restantes líneas con los testigos INTA N-1 (INTAN1) y TAICHUNG SEN-10 (TGSEN10), estas dos categorías de senescencia se encuentran entre las deseables en los genotipos en estudios para trabajos de mejoramientos y variedades comerciales.

### Acame o volcamiento (Lg)

En el cultivo de arroz las plantas con exceso de fertilizante nitrogenado se tornan color verde oscuro, plantas frondosas, altas, hojas anchas, turgentes quedando el cultivo expuesto al acame y ataque de hongos. La resistencia al acame esta relacionado principalmente con la poca altura depende de otros caracteres incluyendo el diámetro del tallo, el espesor de las paredes del tallo y el grado hasta el cual la vaina de la hoja se adhiere a los entrenudos (CIAT, 1985).

Mediante el Sistema de Evaluación Estándar del CIAT (1983), se clasificaron en dos categorías: tallos fuertes sin volcamiento (Escala 1), los tratamientos T3, T8 y T10 y el testigo ORYZICA LLANOS-4; y tallos moderadamente fuertes (Escala 3), los testigos INTA N-1 y TAICHUNG SEN-10 (Figura 3).



**Figura 3.** Comportamiento de la Senescencia (Sen), Acame (Lg), Aceptabilidad fenotípica (PAcp) y Ejerción de la panoja (Exs) de diez líneas y tres variedades de arroz.

### **Aceptabilidad fenotípica (PAcp)**

La aceptabilidad fenotípica en cualquier material de trabajo de mejoramiento se refleja de forma subjetiva, de acuerdo a los objetivos del mejoramiento, por lo que la clasificación que se realiza en los tratamientos refleja las condiciones del material con respecto a las características que tienen valor para realizar la selección (CIAT, 1981). La aceptabilidad es el aspecto físico o parte que desarrollan cada uno de los tratamientos adaptados a la zona donde fueron cultivadas.

La aceptabilidad fenotípica (Sistema de Evaluación Estándar) se clasificó en dos categorías. La categoría excelente (Escala 1) está conformada por las líneas T3, T7, T8, T9 y T10, los testigos INTA N-1, ORYZICA LLANOS-4. En la categoría buena (Escala 3) están los tratamientos T1, T2, T4, T5, T6 y el testigo TAICHUNG SEN-10.

### **Exerción de la panícula (Exs)**

Es un aspecto importante a considerar en el proceso de selección, ya que las panículas de buena exerción evitan la esterilidad (mal llenado de la espiguilla), ataque de patógenos en la base de la panícula y dificultad en la cosecha mecanizada (Zeledón, 1993).

De acuerdo con el Sistema de Evaluación Estándar de Arroz del CIAT las líneas y variedades se ubicaron en dos escalas distintas: buena exerción (Escala 1) corresponden a los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6, T7, T9 y T10, donde todas las panículas el nudo ciliar se encuentra 8 cm o más por encima del cuello de la hoja bandera en esta misma categoría se ubicaron los testigos INTA N-1, ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN-10. La segunda categoría exerción moderada (Escala 3) corresponde a las líneas T1 y T8 (Figura 3), donde el nudo ciliar se encuentra entre 4 y 7cm por encima del cuello de la hoja bandera.

Se puede concluir que el 82 por ciento de los materiales en estudio presentan característica deseables para ejerción de panícula siendo superior a los 8 cm, lo que permite un mejor llenado de las espigas.

### **3.2 Variables de rendimiento**

#### **Longitud de panícula (PnL)**

Los productores prefieren variedades que presenten panículas largas esto permite una mayor cantidad de granos además de presentar una buena ejerción y así tener mayor porcentaje de fertilidad de espiguillas (CIAT 1981).

La longitud de la panícula medida desde el nudo panicular hasta la extremidad superior es muy variable depende según la variedad y las condiciones del medio (Angladette, 1969).

Se determinó diferencia significativa para longitud de panícula (Tabla 13). La primera categoría corresponde al tratamiento T9 con 27.9 cm, la segunda categoría corresponde al tratamiento T10, T8 y T4 con 27 cm la tercera categoría corresponde a la variedad TAICHUNG SEN-10 con 26.7cm, la cuarta categoría corresponde a los tratamientos T3, T6 y T7 con 25.7, 25.5 y 25 cm, respectivamente; la quinta categoría corresponde a la variedad INTA N-1 y al tratamiento 10 con 24.7 cm, respectivamente.

#### **Número de granos por panícula (Ngp)**

El área foliar total de una población de arroz es un factor estrechamente relacionado con la producción de grano (De Datta, 1986). Las condiciones climáticas pueden ser la causa de que se forme un mayor número de espiguillas o granos, sobre todo la radiación solar favorece la actividad fotosintética produciendo así un incremento de los carbohidratos.

El ANDEVA realizado demuestra que existe diferencia significativa, en la prueba de los rangos múltiples de TUKEY realizada con un  $\alpha=5\%$  indica que los tratamientos comparados se ubican en cinco categorías estadísticas diferentes (Tabla 13). El testigo INTA N-1 se ubica en primer lugar con 145 granos por panícula, en segundo lugar se ubico el testigo TAICHUNG SEN-10 con 141 granos, en tercer lugar el testigo ORYZICA LLANOS-4 con 130 granos seguido por los tratamientos T7, T9, T1 y T4 con promedios de 117, 108, 108 y 107, respectivamente. Según Angladette (1969), el número de espiguillas por panícula constituye un carácter varietal de 50-60 a 200-300, el rango menor corresponden frecuentemente a la panícula más larga y menos densa.

**Tabla 13.** Comportamiento de Longitud de panícula (PnL), número de granos (Ngp) fertilidad de espiguillas (St), peso de mil granos (PMG) y rendimientos (Yld) de diez líneas y tres variedades de arroz.

Tratamientos		PnL	Ngp	St	PMG	Yld (kg/ha)
T9	ECIAV-119	27.9 a	108.0.abc	73.6 bcd	27.7 abc	4548.0 abc
T8	ECIAV-118	27 ab	102.0 bc	66.1 cd	27.0 abc	4248.0 bcd
T10	ECIAV-120	27 ab	96.0 c	66.5 cd	27.6 abc	4310.0 abcd
T4	ECIAV-62	27 ab	107.0 abc	67.8 cd	29.5 abc	4572.0 abc
T13	TAICHUNG SEN-10	26.7 abc	141.0 ab	83.6 ab	26.0 c	4785.0 ab
T3	ECIAV-59	25.7 abcd	100.0 bc	78.1 abc	30.8 a	4185.0 cd
T7	ECIAV-92	25.5 abcd	117.0 abc	64.4 d	30.3 ab	4385.0 abc
T6	ECIAV-76	25.5 abcd	101.0 bc	82.0 ab	30.1 ab	4272.0 bcd
T11	INTA N-1	24.7 bcd	145.0 a	72.7 bcd	25.8 c	4822.0 a
T2	ECIAV-43	24.7 bcd	103.0 bc	81.9 ab	30.4 ab	4248.0 bcd
T1	ECIAV-39	24.0 cde	108.0 abc	72.5 bcd	28.2 abc	3835.0 d
T12	ORYZICA LLANOS-4	23.5 de	130.0 abc	86.4 a	25.5 c	4785.0 ab
T5	ECIAV-63	22.0 e	103.0 bc	84.1 ab	26.7 bc	4435.0 ac
ANDEVA						
	• Bloque	NS	NS	*	*	NS
	• Tratamiento	**	**	**	**	**
	• C.V (%)	4.55	4.55	14.71	6.54	8.54

**Nota:** Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey  $\alpha = 0.05$ )

El ANDEVA realizado demuestra que existe diferencia significativa, en la prueba de los rangos múltiples de TUKEY realizada con un  $\alpha=5\%$  indica que los tratamientos comparados se ubican en cinco categorías estadísticas diferentes (Tabla 13). El testigo INTA N-1 se ubica en primer lugar con 145 granos por panícula, en segundo lugar se ubico el testigo TAICHUNG SEN-10 con 141 granos, en tercer lugar el testigo ORYZICA LLANOS-4 con 130 granos seguido por los tratamientos T7, T9, T1 y T4 con promedios de 117, 108, 108 y 107, respectivamente. Según Angladette (1969), el número de espiguillas por panícula constituye un carácter varietal de 50-60 a 200-300, el rango menor corresponden frecuentemente a la panícula más larga y menos densa.

**Tabla 13.** Comportamiento de Longitud de panícula (PnL), número de granos (N<sub>gp</sub>) fertilidad de espiguillas (St), peso de mil granos (PMG) y rendimientos (Yld) de diez líneas y tres variedades de arroz.

Tratamientos		PnL	N <sub>gp</sub>	St	PMG	Yld (kg/ha)
T9	ECIAV-119	27.9 a	108.0 abc	73.6 bcd	27.7 abc	4548.0 abc
T8	ECIAV-118	27 ab	102.0 bc	66.1 cd	27.0 abc	4248.0 bcd
T10	ECIAV-120	27 ab	96.0 c	66.5 cd	27.6 abc	4310.0 abcd
T4	ECIAV-62	27 ab	107.0 abc	67.8 cd	29.5 abc	4572.0 abc
T13	TAICHUNG SEN-10	26.7 abc	141.0 ab	83.6 ab	26.0 c	4785.0 ab
T3	ECIAV-59	25.7 abcd	100.0 bc	78.1 abc	30.8 a	4185.0 cd
T7	ECIAV-92	25.5 abcd	117.0 abc	64.4 d	30.3 ab	4385.0 abc
T6	ECIAV-76	25.5 abcd	101.0 bc	82.0 ab	30.1 ab	4272.0 bcd
T11	INTA N-1	24.7 bcd	145.0 a	72.7 bcd	25.8 c	4822.0 a
T2	ECIAV-43	24.7 bcd	103.0 bc	81.9 ab	30.4 ab	4248.0 bcd
T1	ECIAV-39	24.0 cde	108.0 abc	72.5 bcd	28.2 abc	3835.0 d
T12	ORYZICA LLANOS-4	23.5 de	130.0 abc	86.4 a	25.5 c	4785.0 ab
T5	ECIAV-63	22.0 e	103.0 bc	84.1 ab	26.7 bc	4435.0 ac
ANDEVA						
	• Bloque	NS	NS	*	*	NS
	• Tratamiento	**	**	**	**	**
	• C.V (%)	4.55	4.55	14.71	6.54	8.54

**Nota:** Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey  $\alpha = 0.05$ )

## **Fertilidad de las espiguillas (St)**

Con buen manejo de cultivo y un crecimiento apropiado se obtiene alto rendimiento. una esterilidad normal de espiguillas es de 10–15 % un porcentaje más alto de esterilidad es preocupante. La esterilidad es común en materiales mejorados de arroz y tienen tres causas principales: temperaturas extremas, volcamiento y esterilidad o incompatibilidad genética (Jermings *et al.*, 1979). El número de espiguillas es el segundo en importancia entre los componentes de rendimiento, y es controlado durante la fase reproductiva. El número de espiguillas se disminuye si la ramas secundarias no se forman, o si se forman y luego se degeneran (CIAT, 1986).

Los tratamientos en estudios presentaron el (53.84 %) de esterilidad posiblemente a las condiciones nutricionales por la inmovilidad para traslocar los nutrientes (fósforo) a las plantas y al desbalance nutricional de los micro elementos en el llenado de granos (Narváez, 1996).

Los mayores porcentajes los obtuvieron los tratamientos T5, T6, T2 y T3 fértiles con 84.1, 82.0, 81.9 y 78.1 %, respectivamente, dentro de estos se encuentra los testigos ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN-10 con 86.4 y 83.6 %. Los tratamientos T7, T8, T10, T4, T1 y T9, presentaron los porcentajes más bajos (Tabla 13).

## **Peso de 1000 granos (PMG)**

El peso de 1000 granos es un carácter muy estable en buenas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad, sin embargo un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano, los granos largos a extra-largos son los que obtienen mayor peso los cuales fluctúan entre 25 y 35 gramos (López, 1991; citado por Sandino, 2000).

Se determinó diferencia significativa estadísticas diferentes (Tabla 13). El tratamiento T3 obtuvo el mayor peso con 30.8 gramos, seguida por los tratamientos T2, T7, T6, con 30.4, 30.3 y 30.1 gramos, respectivamente, las variedades testigos INTA N-1, ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN-10 fueron superadas en peso de 1000 granos por todas las líneas.

### **Rendimiento en granos (Kg/ha)**

Incrementar el potencial de rendimiento de arroz es el principal objetivo en los trabajos de mejoramientos genético. El rendimiento de una planta es el resultado del número de tallos con panícula y del tanto % de esterilidad, del número de granos por panícula y del peso medio de los granos, pero también esta en función de la resistencia a la enfermedades, al vuelco, desgrane, alto poder de asimilación de fuerte abonadas (Angladette, 1969).

Chandler (1984), considera que existe una alta correlación positiva entre la radiación solar recibida por la planta de arroz durante los 45 días anteriores a la cosecha y el rendimiento en granos.

Se determinó diferencias significativas para el rendimiento, la primera categoría corresponde al testigo INTA N-1 con 4822.0 kg/ha, la segunda categoría corresponden a los testigos ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN-10, ambas variedades con 4785 Kg/ha. La tercera categoría corresponde a los tratamientos T6, T9 y T5 con 4,572.0, 4,548.0 y 4435.0 Kg/ha, respectivamente. La cuarta categoría corresponde al tratamiento T7 con 4,385.0 kg/ha. La quinta categoría corresponde al tratamiento T10 con 4,310.0 kg/ha (Tabla 13). Los rendimientos de estas variedades son inferiores a los obtenidos por Ocón y Martínez (2000). Esto confirma que el rendimiento es un carácter afectado por las condiciones de suelo, siendo la variedad INTA N-1 el de mayor rendimiento por presentar mayor número de granos por panícula.

### **3.3. Principales enfermedades evaluadas**

El grado de incidencia de las enfermedades se evaluaron conforme la escala del Sistema Evaluación Estándar para el arroz del CIAT (1983), estas enfermedades fueron *Piricularia* en cuello y nudos, y hojas, *Helmintosporiosis* y Escaldadura foliar.

La evaluación realizada en los 13 cultivares determinó diferencias cualitativas en los grados de infección a través de la escala utilizada. Se puede observar en la Figura 3 que los materiales genéticos que presentan menores valores en escala son los de mejor aceptación para los mejoradores y productores, ya que los rendimientos son mayores cuando la presencia de enfermedades es menor, esto sumado al potencial genético de las líneas y variedades.

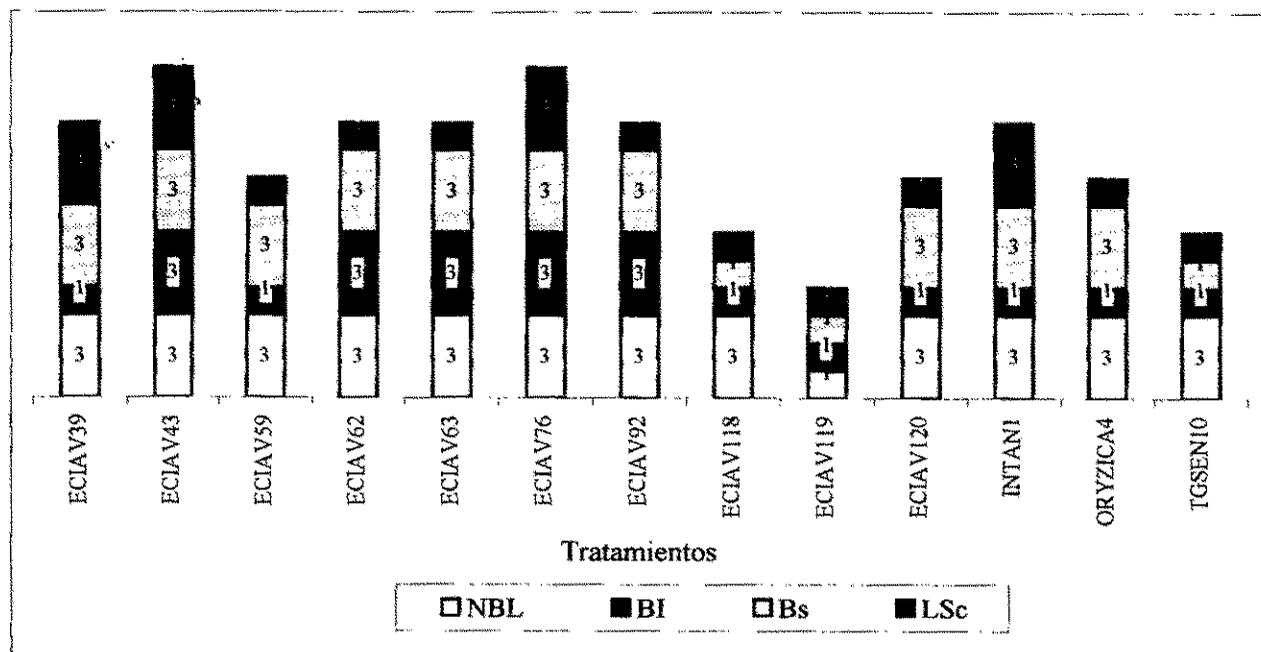
#### **Piricularia en el cuello de la panícula y en los nudos (NBI)**

En la mayoría de los países arroceros la *Piricularia* es la enfermedad más destructivas del arroz. La enfermedad por lo general se presenta en la hoja, en la plántula, nudos de tallos y la panícula, una alta humedad relativa en el aire con presencia de rocío durante período largo de tiempo son el principal factor para el ataque de las enfermedades.

Se clasificaron dos categorías: la Escala 1, que corresponde al T9 donde menos del 1 % del área foliar es afectada. La segunda categoría (Escala 3) corresponde a las líneas restantes y las variedades testigo, en donde 1-5 % del área foliar es afectada (Figura 4).

## Piricularia en la hoja (BI)

La primera categoría (Escala 1) correspondió a las líneas T1, T3, T8, T9 y T10 (menos del 1 % del área foliar es afectada), en esta categoría se ubicaron los testigos INTA N-1, ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN-10. la segunda categoría (Escala 3) corresponden al resto de las líneas donde el 1-5 % del área foliar es afectada.



**Figura 4.** Comportamiento de Piricularia en el cuello de la panícula (NBL), Piricularia en la hoja (BI), Helmintosporiosis (BS) y Escaldadura foliar (LSc) de diez líneas y tres variedades de arroz.

## Helmintosporiosis (BS)

En la Escala 1 se ubicaron los tratamientos T8 y T9, donde menos del 1 % del área foliar es afectada. La segunda categoría (Escala 3) corresponden a los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7, donde el 1-5 % del área foliar es afectada dentro de esta categoría, se ubicaron los testigos INTA N-1 ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN-10 (Figura 4).

## **Escaldadura foliar (LSc)**

Mediante el sistema de evaluación Estándar de arroz del CIAT se clasificó en dos categorías. La primera categoría (Escala 1) se ubicaron las líneas T3, T4, T5, T7, T8, T9, y T10 donde existe menos del 1 % de lesiones apicales, en esta misma se ubicó las testigos ORYZICA LLANOS-4 y TAICHUNG SEN-10, la segunda categoría (Escala 3) se ubicaron las líneas T1, T2 y T6 donde existe de 1-5 % de lesiones apicales en esta se ubicó el testigo INTA N-1.

### **3.4 Análisis multivariado en las variables evaluadas**

#### **3.4.1 Análisis de Componentes Principales (Princom)**

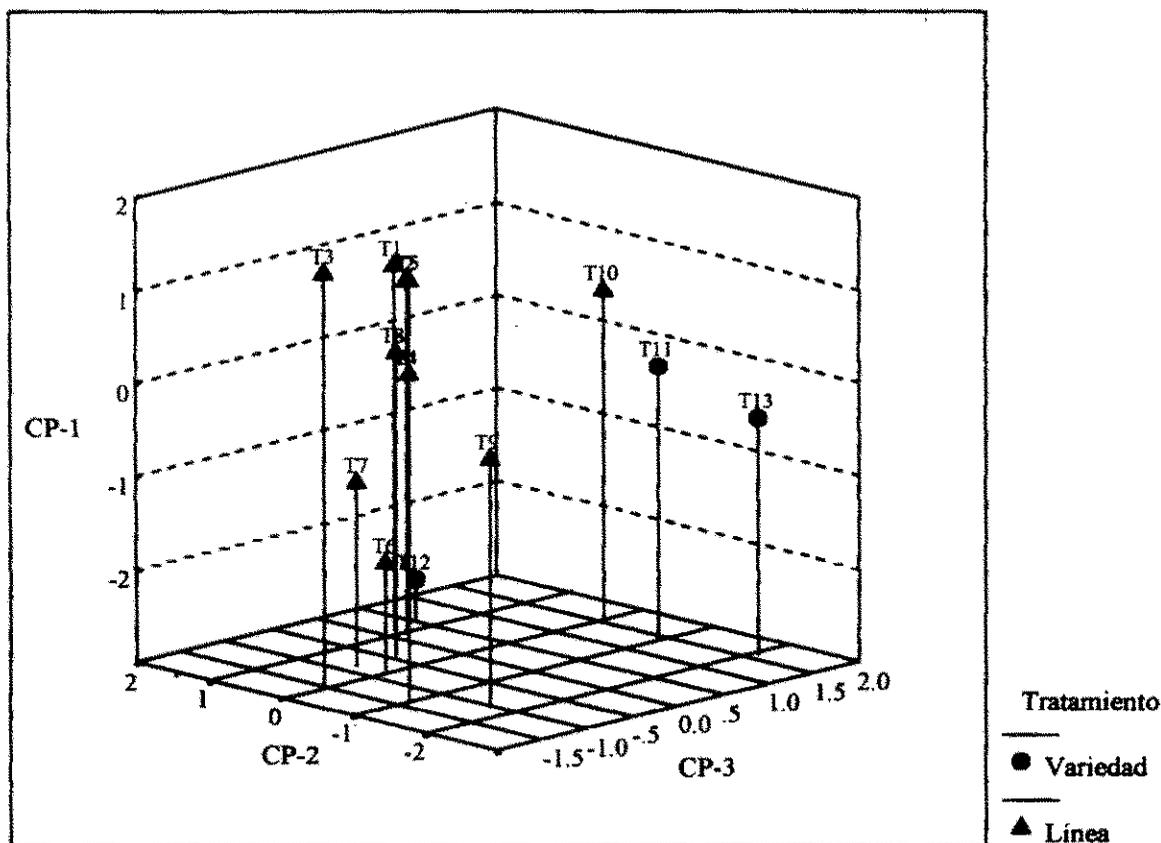
El análisis de Componentes Principales radica en demostrar cómo un gran número de variables puede ser reducido a un número menor. Según Judez (1973), este análisis pretende facilitar la relación de las variables y la dispersión de las observaciones, detectando las variables responsables de esta variación (Franco y Crossa, 1999), por lo tanto se puede utilizar en la selección de descriptores que ayuden a clasificar materiales (Benavides, 2000).

Los tres primeros Componentes Principales explicaron el 74 % de la variación total (Tabla 14). Los caracteres número de granos (NGP), acame (Lg), fertilidad de espiguilla (St), peso de mil granos (PMG), rendimiento (Yld) y floración (Fl) conformaron el primer Componente Principal y determinaron la mayor variación en los 13 cultivares evaluados, dichos caracteres aportaron el 32 % de la variación total (Tabla 14).

**Tabla 5.** Porcentajes de información retenida por los Componentes Principales en la evaluación de 13 cultivares de arroz

Componentes Principales	Variación (%)	Variación acumulada (%)	Variables discriminantes (aporte descendente)
CP-1	32	32	NGP, Lg, St, PMG, Yld, Fi
CP-2	24	56	PnL, LSc, Fi, St
CP-3	18	74	PAcp, Sen, BI
CP-4	7	81	Sen
CP-5	6	87	Bs

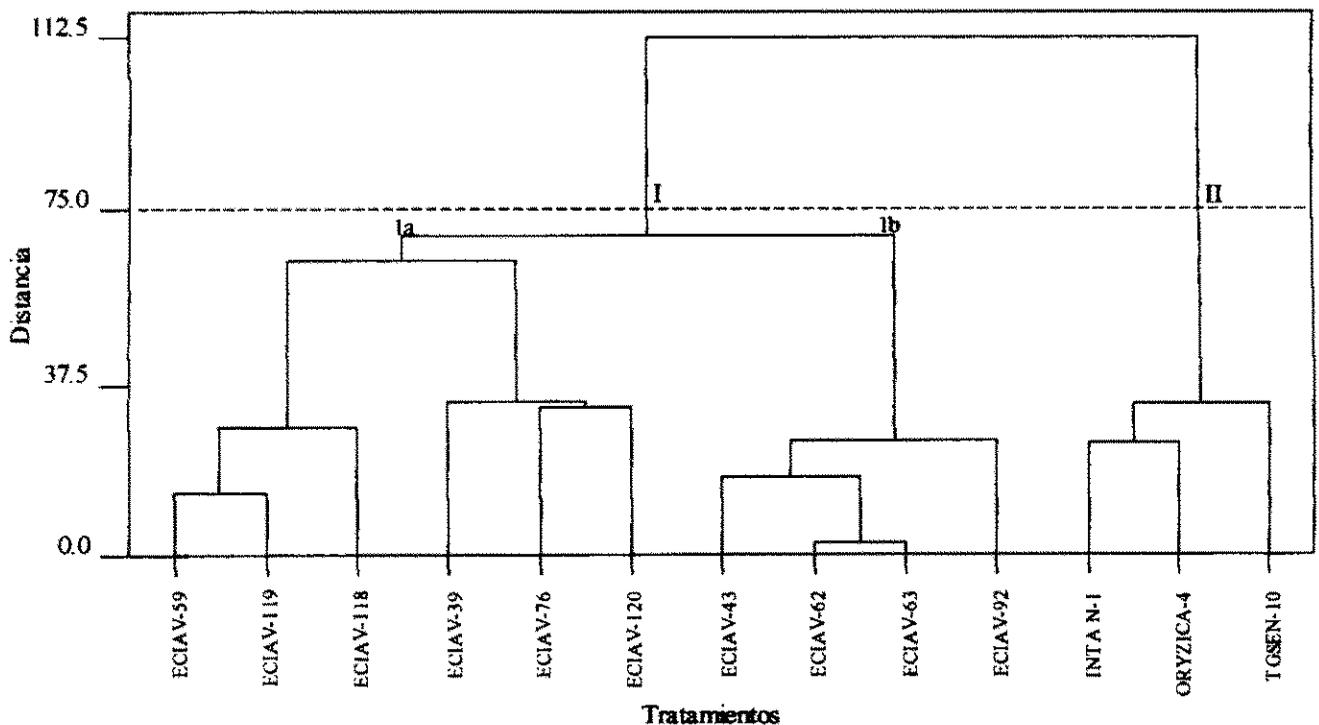
Los cultivares, graficados en función de los tres primeros Componentes Principales agrupó a los materiales evaluados, se puede observar en la Figura 5 que las líneas se diferencian de las variedades.



**Figura 5.** Representación de los tres primeros Componentes Principales que retienen el 74 % de la variación total en la evaluación de 13 cultivares de arroz.

### 3.4.2 Análisis de conglomerados (Cluster)

El método Ward es una técnica del tipo jerárquico que minimiza la suma de cuadrado dentro de grupos, y permite la estimación del número de grupos en el proceso de clasificación (Franco & Crossa, 1999). Según Abadie *et al.* (1998) el fenograma resultante identifica tantos subgrupos como accesiones que representan al grupo. Los cultivares se ubican en el eje X y la distancia euclidiana en el eje Y, a medida que la distancia aumenta los grupos (subnúcleos) se diferencian cada vez más. En estos fenogramas (Figura 6) se observan semejanzas entre las especies estudiadas, estableciendo grupos o núcleos.



**Figura 6.** Dendrograma de 13 cultivares de arroz utilizando 8 variables cualitativas y 12 cuantitativas.

Los cultivares (tratamientos) se agruparon en dos grandes núcleos (Figura 6). El núcleo I quedó conformado por las líneas y el núcleo II por las variedades (testigos).

El núcleo I se dividió en dos subnúcleos (1a y 1b), el subnúcleo 1a presentó promedios en la variable número de granos por panícula (Ngp) de 96 y 101, peso de mil granos (PMG) de 26.0 y 27.0 gramos y en rendimiento (Yld) de 3835 y 4185 kg/ha. La diferencias de estos subnúcleos se deben a que el subnúcleo 1b presentó promedios superiores en variables de importancia como número de granos por panícula de 103 y 117, peso de mil granos de 27.0 y 29.0 gramos, y rendimiento de 4248 y 4548 kg/ha.

Estas agrupaciones (II) se caracterizan por presentar promedios de número de grano por panícula (Ngp) de 130 y 145, peso de mil granos (PMG) de 25 y 26 gramos, rendimientos (Yld) de 4785 y 4822 kg/ha y floración (Fl) de 73 y 77 días; siendo estos descriptores los de mayor interés para la diferenciar los materiales evaluados .

#### **IV. CONCLUSIONES**

Basándose a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

1. Mediante la caracterización se determinó que los 13 cultivares de arroz evaluados presentaron variación morfológica y fenológica, diferenciándose las líneas de las variedades.
2. La variable floración para todos los tratamientos evaluados corresponde a un ciclo vegetativo intermedio. Siendo el testigo TAICHUNG SEN 10 el más precoz con 73 días.
3. Para la variable altura de planta todos los tratamientos se ubicaron según la escala del CIAT en plantas intermedias.
4. Los tratamientos ECIAV-118, ECIAV-119, y ECIAV-120 y el testigo ORYZICA LLANOS 4 presentaron senescencia tardía y lenta, y excelente aceptabilidad fenotípica.
5. En peso de 1000 granos las líneas superaron a las variedades testigo, el de menor peso corresponde al testigo ORYZICA LLANOS-4 con 25.5 gramos.
6. En la variable fertilidad de espiguillas las líneas ECIAV-43, ECIAV-59, ECIAV-63 y ECIAV-76 se ubicaron como líneas fértiles superando al testigo INTA N-1.

7. En rendimiento las variedades en estudios superaron a las líneas presentando promedios de 4785 y 4822 kg/ha.
8. Las líneas ECIIV-118 y ECIIV-119 mostraron mayor tolerancia a las enfermedades, en cambio TAICHUNG SEN-10 fue la mejor entre las variedades.
9. Los tres primeros componentes principales explicaron el 74 % de la variación total. Los caracteres número de granos, acame, fertilidad de espiguilla, peso de mil granos, rendimiento y floración, siendo estos descriptores los de mayor interés para diferenciar los materiales evaluados. El análisis de conglomerados agrupó a los cultivares en dos grandes núcleos y diferenció las líneas de las variedades.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Realizar análisis de calidad industrial a los materiales en estudios, con la finalidad de conocer la calidad molinera y culinaria.
2. Algunos de los materiales evaluados se pueden seguir sometiendo a estudios, tanto en las estaciones experimentales del INTA, así como en zonas arroceras para determinar con más seguridad sus rangos de adaptabilidad.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abadie T., Magalhães J., Cordeiro C., Parentoni S., R. Andrade. 1997: Obtenção e tratamento analítico de dados para organizar Coleção Nuclear de milho. EMBRAPA. Comunicado Técnico, No. 20, Outubro 1997. Brasilia D.F. p 1-8.
- Angladette, A 1969. El arroz, Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales, Edit. Blume, Barcelona, España, 829 p.
- Benavides G. A., 2000: Prospección y caracterización preliminar "in situ" de cinco especies de *Sapotaceas* en Nicaragua Presentado en la *Primera Jornada Científica Nacional*, CNU, UNI, Abril 2000, 14 p.
- Chandler, R. F., 1984: Arroz en los trópicos guía para el desarrollo de programas nacionales. I instituto interamericano de cooperación para la agricultura IICA. San José Costa Rica.
- CIAT, 1981: Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Cali, Colombia 36pp.
- CIAT, 1983: Sistema de Evaluación Estándar para arroz 2da edición. Programa de pruebas internacionales de arroz, Manuel Arroceros 61 p.
- CIAT, 1985: Arroz. Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el centro internacional de agricultura tropical, 695 p.
- CIAT, 1986: Componentes del rendimiento en arroz. Guía de estudio. Contenido científico: Internacional Rice Research Institute, traducción y adaptación Oscar Arrogoces. Cali, Colombia 19 p.
- CIAT, 1983: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Ecosistema con relación al mejoramiento del arroz. 37 p.
- De Dalta, S. K., 1986: Producción de arroz fundamento y práctico. Edit. LIMUSA, 1era ed, México, DF 690 p.
- Franco J., J. Crossa, 1999: Clasificación de accesiones para la selección de grupos núcleos. *Quinto Curso Internacional sobre Muestreo y Colecciones Nucleares*. Santiago, Chile,
- Ivanov Z., 1977: La experimentación agrícola, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, P. 241-256

- Jenning, P R, W R Coffman, H R Kauffman, 1979. Mejoramiento de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Judez A. L., 1989. Técnicas de análisis de datos multidimensionales. Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. Sría. Gral. Técnica. Madrid, España. 301 pág.
- MAG-FOR, 1999. Encuesta Agropecuaria. Boletín bimensual. Indicadores agropecuarios.
- Martínez, G A, 1988. Evaluación de 125 líneas de arroz *Oryza sativa* L. y prueba preliminar de las líneas seleccionadas. Trabajo de Tesis, Managua, Nicaragua.
- Martínez, J. A.; E. J. Ocón Z., 2000. Prueba avanzada de rendimiento, evaluación de diez líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) con tres variedades comerciales bajo condiciones de riego, Malacatoya, Granada. Trabajo de Tesis, Managua, Nicaragua. 53 p.
- Narváez, L. 1996. Informe anual. Resultado de investigación de programa nacional de granos básicos. Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA). Región A-I, Managua Nicaragua.
- Pérez J., W. Acevedo, A. Quintanilla, 1985. Relación entre el rendimiento y caracteres morfológicos en arroz en Nicaragua. Ciencia y Técnica en la Agricultura. La Habana Cuba.
- Sandino M D, P. M. Guido. Evaluación preliminar de rendimiento de 7 líneas de arroz *Oryza sativa* L. en comparación con la variedad ORYZICA llanas 4.
- Somarriba, R. C, 1998. Folleto de granos básicos: Cultivo arroz. Mimeografiado. Escuela de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua 35 p.
- Zeledón, R. P., 1993. Estudio de observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.). Trabajo de Tesis, Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua 35pp.

## ANEXO I

### CATALOGO DE DIEZ LINEAS Y TRES VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EVALUADAS EN MALACATOYA, GRANADA. 2000-2001.

#### SÍMBOLOS

<b>Media</b>	=	Media Aritmética
<b>Moda</b>	=	Escala Estándar del CIAT (1983)
<b>C.V. (%)</b>	=	Coefficiente de Variación

#### Claves para descriptores cuantitativos y cualitativos de 13 Cultivares de arroz

CLAVES	DESCRIPTOR	MEDICIÓN
<b>Ht</b>	Altura de planta	cm
<b>Tl</b>	Habilidad de macollamiento	Tallos por metro lineal
<b>Fl</b>	Floración	Días
<b>PnL</b>	Longitud de panícula	cm
<b>Ngp</b>	Número de granos por panícula	#
<b>PMG</b>	Peso de mil granos	Gramos
<b>Yld</b>	Rendimiento	kg/ha
<b>St</b>	Fertilidad de espiguilla	Moda
<b>Lg</b>	Acame o volcamiento	Moda
<b>Sen</b>	Senescencia	Moda
<b>Exs</b>	Exerción de la panícula	Moda
<b>PAcp</b>	Aceptabilidad fenotípica	Moda
<b>NBl</b>	Piricularia del cuello y nudos	Moda
<b>BI</b>	Piricularia de la hoja	Moda
<b>Bs</b>	Helminthosporiosis	Moda
<b>LSc</b>	Escaldadura foliar	Moda

Claves	ECIA-V39			ECIA-V43		
	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV
Ht	105.0 - 127.0	111.0	9.62	105.0 - 124.0	113.8	6.90
Ti	77.0 - 140.0	113.3	23.32	89.0 - 136.0	114.8	17.10
Fl	77.0 - 78.0	77.8	0.64	76.0 - 77.0	76.8	0.70
PnL	20.9 - 22.9	21.9	3.63	25.8 - 28.1	26.9	3.60
Ngp	102.5 - 117.9	108.1	6.30	84.3 - 112.9	103.1	12.40
PMG	25.9 - 27.5	26.7	2.74	26.0 - 29.6	27.7	5.60
Yld	2756.0 - 3678.5.0	3385.0	15.64	3200.0 - 4650.0	4248.0	21.00
St	81.3 - 87.5	84.1	3.4	64.1 - 67.9	66.5	2.67
Lg	1 - 3	3		3 - 5	3	
Sen	1 - 5	5		1 - 5	5	
Exs	3	3		1	1	
PACP	3	3		3	3	
NBI	1 - 5	3		3 - 5	3	
BI	1 - 5	1		1 - 3	3	
Bs	3	3		1 - 3	3	
LSc	1 - 3	3		1	3	

Claves	ECIA-59			ECIA-V62		
	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV
Ht	95.0-116.0	106.8	8.29	104.0 - 116.0	109.0	4.60
Ti	106.0-136.0	118.84	10.59	98.0 - 113.0	107.7	6.30
Fl	79.0-81.0	79.5	1.26	77.0 - 78.0	77.2	0.60
PnL	23.61-26.64	25.1	5.03	25.1 - 28.4	27.2	5.50
Ngp	80.8-122.5	99.9	18.26	88.0 - 125.9	106.7	14.60
PMG	29.0-31.0	30.3	11.86	27.0 - 29.0	28.1	3.40
Yld	3878.0 - 4310.0	4185.0	15.65	4020.0 - 4796.0	4572.0	13.45
St	61.2-69.0	84.1	3.4	57.0 - 73.6	66.0	10.34
Lg	1 - 3	1		1 - 5	1	
Sen	1 - 5	5		1 - 5	5	
Exs	1 - 1	1		1	1	
PACP	1 - 3	1		3	3	
NBI	3 - 5	3		3 - 5	3	
BI	1	1		3	3	
Bs	1 - 3	3		3	3	
LSc	1 - 3	1		1 - 3	1	

Claves	ECIA-V63			ECIA-V76		
	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV
Ht	102.0 - 118.0	108.5	6.62	107.0 - 110.0	108.2	1.30
Ti	100.0 - 114.0	108.0	5.61	102.0 - 122.0	108.0	8.70
Fl	77.0 - 79.0	78.0	1.05	77.0 - 78.0	77.5	0.70
PnL	26.4 - 28.2 -	27.3	3.57	23.9 - 24.9	24.2	1.70
Ngp	78.3 - 116.3	103.3	16.40	88.2 - 108.6	101.3	9.20
PMG	25.7 - 28.3	27.0	3.39	27.0 - 28.3	27.5	2.50
Yld	4350.0 - 4660.0	4435.0	12.00	3978.5 - 4308.0	4272.0	13.25
St	60.5 - 79.5	67.75	8.7	66.0 - 81.0	72.4	9.6
Lg	1 - 3	3		3 - 5	3	
Sen	1 - 1	5		5	5	
Exs	1 - 1	1		1	1	
PAcp	3	3		3	3	
NBl	3 - 5	3		3	3	
BI	1 - 3	3		3	3	
Bs	3	3		1 - 3	3	
LSc	1 - 3	1		3	3	

Claves	ECIA-V92			ECIA-V118		
	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV
Ht	103.0 - 117.0	110.7	5.54	99.0 - 118.0	110.2	8.10
Ti	94.0 - 127.0	110.2	12.58	108 - 118.0	114.2	3.80
Fl	78.0 - 80.0	78.5	1.27	79.0 - 80.0	79.5	0.70
PnL	26.6 - 29.4	27.89	4.49	24.7 - 26.4	25.5	2.84
Ngp	103.6 - 130.7	116.8	9.57	84.4 - 121.1	102.4	14.6
PMG	27.0 - 33.0	29.5	8.97	26.0 - 32.5	30.1	9.80
Yld	4290.0 - 4500.0	4385.0	11.35	4128.0 - 4250.0	4248.0	9.45
St	66.9 - 83.5	73.65	10.0	75.83 - 91.81	82.0	8.37
Lg	1 - 3	3		1 - 3	1	
Sen	1	5		1	1	
Exs	1	1		3	3	
PAcp	1 - 3	1		1 - 3	1	
NBl	1 - 5	3		1 - 3	3	
BI	1 - 3	3		1	1	
Bs	1 - 3	3		1 - 3	1	
LSc	1 - 3	1		1 - 3	1	

Claves	ECIA-V119			ECIA-V120		
	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV
Ht	105.0 - 110.0	107.2	1.92	110.0 - 117.0	112.6	3.36
Ti	110.0 - 124.0	116.7	4.91	103.0 - 110.0	106.3	3.30
Fl	77.0 - 81.0	79.5	2.41	79.0 - 81.0	80.0	1.25
PnL	24.8 - 26.8	25.7	3.67	24.1 - 25.3	24.7	2.52
Ngp	87.2 - 125.1	107.9	15.7	78.4 - 109.5	94.7	16.48
PMG	29.2 - 32.0	30.8	4.51	30.0 - 31.1	30.5	1.83
Yld	4300.0 - 4659.0	4548.0	15.6	4158.0 - 4458.6	4310.0	12.50
St	69.9 - 84.3	78.11	7.74	73.2 - 87.1	81.2	8.82
Lg	1 - 3	3		1	1	
Sen	1	1		1	1	
Exs	1	1		1	1	
PAcp	1 - 3	1		1 - 3	1	
NBl	1 - 3	1		3 - 5	3	
BI	1	1		1 - 3	1	
Bs	1 - 3	1		3	3	
LSc	1 - 3	1		1 - 3	1	

Claves	INTAN 10			ORYZICA LLANOS-4		
	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV
Ht	109.0 - 115.0	111.4	2.25	106.0 - 112.0	110.2	2.61
Ti	97.0 - 120.0	107.8	9.12	96.0 - 119.0	107.5	9.38
Fl	77.0 - 79.0	77.6	1.15	76.0 - 78.0	76.7	1.25
PnL	22.1 - 24.9	23.6	5.72	21.4 - 26.1	24.6	8.98
Ngp	100.6 - 162.2	136.2	20.1	97.3 - 177.4	130.1	26.5
PMG	23.0 - 30.0	26.4	10.49	22.0 - 28.0	25.7	10.20
Yld	4568.0 - 5089.0	4822.0	18.56	4600.0 - 5156.0	4785.0	22.20
St	83.1 - 91.1	85.9	3.69	69.4 - 75.6	72.6	3.57
Lg	1 - 5	3		1 - 3	1	
Sen	1 - 5	5		1	1	
Exs	1	1		1	1	
PAcp	1 - 3	1		1 - 3	1	
NBl	3	3		3 - 5	3	
BI	1 - 3	1		1	1	
Bs	3	3		1 - 3	3	
LSc	1 - 3	3		1 - 3	1	

Claves	TAICHUNG SEN--10		
	Mínimo-Máximo	Media Moda	CV
Ht	108.0 - 120.0	113.2	5.07
Ti	87.0 - 113.0	97.2	11.58
Fl	73.0 - 73.0	73.0	0.00
PnL	25.5 - 27.1	26.6	2.73
Ngp	133.3 - 155.9	141.2	7.47
PMG	26.0 - 26.0	26.0	0.00
Yld	4556.0 - 4857.0	4785.0	21.50
St	83.0 - 84.2	83.6	3.4
Lg	3 - 5	3	
Sen	1	5	
Exs	1	1	
PAcp	3	3	
NBl	1 - 3	3	
BI	1 - 3	1	
Bs	1 - 3	1	
LSc	1	1	