

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**CARACTERIZACION FENOTIPICA DEL "GEN POOL"
DE ARROZ GP-IRAT 10**

FACULTAD DE AGRONOMIA

por

INSTITUTO VETERINARIO Y
ZOOLOGICO
BIBLIOTECA

**Omar GUERRA VIDAL
Manduca TAIS GARDIL**

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-Ganadera)

MONTEVIDEO
URUGUAY
1998

**A la memoria de mi principal orientador,
por su incansable apoyo en los momentos
de incertidumbre y dificultad.**

**A mi tío, a mi amigo:
Ing. Agr. Juan Carlos Vidiella Secco.**

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. Fernando B. PEREZ DE VIDA
Nombre completo y firma

Ing. Agr. (PhD) Tabaré ABADIE
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Marcos MALOSETTI
Nombre completo y firma

Fecha: Montevideo, 30 de diciembre de 1998

Autores: Omar GUERRA VIDAL
Nombre completo y firma

Manduca TAIS GARDIL
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de tesis Fernando B. Perez De Vida, al grupo técnico de arroz, personal de campo y de laboratorio de I.N.I.A. Treinta y Tres, y a la Facultad de Agronomía.

También agradecemos al Sr. Luis Casales por toda la colaboración brindada durante el desarrollo de este trabajo experimental

Queremos expresar también un muy especial agradecimiento al Ing. Agr. (PhD) Tabaré Abadie y al Ing. Agr. Marcos Malosetti por la orientación y dedicación brindada en este trabajo.

Por último extendemos el agradecimiento a nuestros familiares, amigos y a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	7
2.1. Ubicación	7
2.2. Clima	7
2.3. Diseño Experimental	8
2.4. Determinaciones	9
2.4.1 Determinaciones a campo	10
2.4.2 Determinaciones en laboratorio	11
2.5. Análisis de la información	13
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	14
3.1. Análisis Univariado	14
3.1.1. Ciclo a floración	15
3.1.2. Arquitectura de planta	16
3.1.2.1. Altura	17
3.1.2.2. Tipo de macollaje	18
3.1.2.3. Tipo de hoja bandera	21
3.1.2.4. Area foliar	22
3.1.3. Rendimiento	22
3.1.3.1. Número de panojas por planta	23
3.1.3.2. Granos totales por panoja	24
3.1.3.3. Porcentaje de esterilidad	25

3.1.3.4.	Granos llenos por panoja.....	27
3.1.3.5.	Peso de 1000 granos	28
3.1.3.6.	Rendimiento por planta.....	30
3.1.4.	Índice de Cosecha.....	32
3.1.5.	Relación Largo/Ancho.....	33
3.1.6.	Enfermedades.....	34
3.1.6.1.	Incidencia de <i>Sclerotium oryzae</i>	35
3.1.6.2.	Incidencia de <i>Rhizoctonia oryzae</i>	36
3.2.	Análisis Bivariado.....	38
3.3.	Análisis Multivariado.....	40
3.4.	Posibilidades de uso del GP-IRAT 10.....	45
4.	<u>CONCLUSIONES</u>	46
5.	<u>RESUMEN</u>	47
6.	<u>SUMMARY</u>	48
7.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	49
8.	<u>APENDICE</u>	51

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Nombre</u>	<u>Página</u>
I Cuadro 1. Fecha de siembra y trasplante para cada grupo de la población	8
II Cuadro 2. Variables analizadas y sus abreviaturas	9
III Cuadro 3. Media, mínimo, máximo, rango y varianza de 24 características medidas en la población estudiada.....	14
IV Figura 1. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica ciclo a floración	15
V Figura 2. Altura de plantas para: El Paso 144, Yerbal, Tacuarí y la población. en estudio	17
VI Figura 3. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica altura de plantas	18
VII Figura 4. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica número de macollos	19
VIII Figura 5. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica tipo de macollaje	20
IX Figura 6. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica tipo de hoja bandera	21
X Figura 7. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica área foliar	22
XI Figura 8. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica número de panojas por planta	23
XII Figura 9. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica granos por panoja	24

XIII	Figura 10.	Granos totales por panoja de: Tacuarí, Caraguatá, El Paso 144, población en estudio.....	25
XIV	Figura 11.	Distribución de las plantas fértiles del GP-IRAT 10 para la característica porcentaje de esterilidad	26
XV	Figura 12.	Distribución de las plantas androestériles del GP-IRAT 10 para la característica porcentaje de esterilidad	26
XVI	Figura 13.	Distribución de las plantas fértiles del GP-IRAT 10 para la característica número de granos llenos por panoja	27
XVII	Figura 14.	Distribución de las plantas androestériles del GP-IRAT 10 para la característica número de granos llenos por panoja	28
XVIII	Figura 15.	Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica peso de 1000 granos	29
XIX	Figura 16.	Peso de 1000 granos para: El Paso 144, Yermal, Tacuarí y la población en estudio	30
XX	Figura 17.	Distribución de las plantas fértiles del GP-IRAT 10 para la característica rendimiento	31
XXI	Figura 18.	Distribución de las plantas androestériles del GP-IRAT 10 para la característica rendimiento	31
XXII	Figura 19.	Distribución de las plantas fértiles del GP-IRAT 10 para la característica índice de cosecha	32
XXIII	Figura 20.	Distribución de las plantas androestériles del GP-IRAT 10 para la característica índice de cosecha	33
XXIV	Figura 21.	Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica relación largo/ancho	34
XXV	Figura 22.	Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica incidencia de <i>Sclerotium oryzae</i>	35
XXVI	Figura 23.	Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica incidencia de <i>Rhizoctonia oryzae</i>	37

XXVII	Cuadro 4.	Coeficientes de correlación para las características analizadas....	39
XXVIII	Cuadro 5.	Proporción de la variación retenida por cada componente principal en forma individual y acumulada	40
XXIX	Cuadro 6.	Variables que explican la variación de cada componente principal	41
XXX	Figura 24.	Distribución de las variables, en función de los componentes principales 1 y 2	42
XXXI	Figura 25.	Distribución de las variables, en función de los componentes principales 2 y 3.....	43
XXXII	Figura 26.	Distribución de los individuos de la población y las variables, tipo de hoja bandera, altura, peso de 1000 granos y relación largo/ancho, para los componentes principales 2 y 3	44

1. INTRODUCCION

En las últimas dos décadas se ha incrementado sustancialmente la producción de arroz en América Latina. Esto se debe, al aumento en los rendimientos con el arroz de riego genéticamente mejorado y al incremento de la superficie sembrada. Pero a pesar de esto la oferta de arroz en el futuro no está asegurada. El rápido crecimiento demográfico y la intensa urbanización que presenta la región reclaman un nuevo incremento en el suministro del grano. De este modo, para asegurar el abastecimiento futuro de este cereal, el objetivo de todo mejorador es aumentar la productividad y mantener rentable y competitivo el cultivo. Para ello se requiere reforzar el mejoramiento genético y estudiar factores de manejo que permitan la expresión de la potencialidad de las variedades (Alvarado, 1997).

En la actualidad el mejoramiento no permite obtener saltos cuantitativos como los obtenidos en la década del sesenta, cuando se liberaron las variedades modernas de arroz de porte bajo, o el gran incremento en productividad obtenido por los fitomejoradores chinos en la década del setenta con el arroz híbrido (Rangel y Neves, 1997). Lo ante dicho es la principal consecuencia de la excesiva estrechez de la base genética que poseen las poblaciones usadas en mejoramiento.

Un análisis de la base genética para arroz con riego en América Latina y el Caribe, realizada por Cuevas-Perez et al (1992), reveló que las variedades de arroz liberadas en esas zonas durante el período 1971 - 1989, tienen en su genealogía, 14 cultivares distintos provenientes de 7 países y reciben de ellos el 69% de su constitución genética. Guimaraes citado por Borrero et al (1997) agrega que lo mismo sucede para el arroz de secano en donde sólo 6 variedades conforman la constitución génica de todos los cultivares lanzados comercialmente. Esto hace pensar en la necesidad de ampliar la base genética mediante la creación de poblaciones compuestas por un germoplasma distinto.

Los fitomejoradores son conscientes de que los métodos de mejoramiento tradicionales, empleados para el desarrollo de nuevas variedades en los diferentes cultivos, han sido uno de los factores responsables en la reducción de la variabilidad en los acervos genéticos. Esto tiene como consecuencia el incremento en la vulnerabilidad de los cultivos a estreses bióticos y abióticos (Nas y Walsh citados por Chatel y Guimaraes, 1997). Un ejemplo claro de esta problemática es el desarrollo de líneas utilizando métodos que maximizan la endogamia (Rangel y Neves, 1997). El avance en la endogamia con las generaciones de autopolinización, reduce de manera drástica las oportunidades de recombinación, ya que con idénticos alelos en un mismo locus los procesos de inter cruzamiento se vuelven inefectivos en la producción de nuevos recombinantes. De esta manera los métodos convencionales de mejoramiento de arroz presentan un menor potencial para la generación de variabilidad y como consecuencia, se reducen las ganancias genéticas por selección. Aparentemente el rendimiento de arroz, tanto de riego como de secano, ha alcanzado un techo y los esfuerzos para incrementar el potencial productivo de las variedades no han resultado en ganancias significativas. El aumento en el rendimiento se ha obtenido principalmente mediante la incorporación de resistencia a enfermedades y un mejor manejo del cultivo.

Otro grave problema que enfrentan los fitomejoradores de arroz, al igual que en otros cultivos, es que la mayoría de las características de interés agronómico (rendimiento, adaptación y tolerancia a los diferentes estreses bióticos), son de naturaleza compleja y están controladas por un gran número de genes. Para el mejoramiento de esas características se han utilizado métodos tradicionales los cuales han presentado significativo progreso en algunos casos pero escasas ganancias en otros (Chatel et al, 1997). Una solución al problema es la selección recurrente, método muy valioso para aumentar la frecuencia de genes favorables correspondientes a características poligénicas en una población bajo selección, sin ir en detrimento de la variabilidad genética de la misma (Ospina et al, 1997).

Al definir este método todos los autores coinciden en términos generales. Según Geraldi (1997) "... la selección recurrente es un proceso sistemático de selección de

individuos dentro de una población genéticamente heterogénea, seguido de la recombinación de los individuos seleccionados para formar una nueva población; esta a su vez se puede utilizar para iniciar un nuevo ciclo de selección. Por lo tanto se trata de un proceso dinámico y continuo....” En concordancia con esto Fehr y Paterniani y Miranda - Filho citados por Chaves (1997) afirman: “... el método de selección recurrente se puede definir como el proceso de seleccionar, a partir de una población base genéticamente variable, los mejores individuos o progenitores para recombinarlos posteriormente y formar así la población mejorada; el nuevo germoplasma se utiliza como población base para un ciclo de selección y así se sigue utilizando sucesivamente por cuantos ciclos se desee...”. Por otro lado, Ospina (1997) agrega desde un punto de vista genético “... el método permite aumentar la frecuencia de los genes favorables a la expresión de características poligénicas que estén bajo selección, en una población...”. A esta última definición Hallauer (1981) y Allard (1960) agregan que el método mantiene sin deterioro aparente la variabilidad genética de la población Chatel et al (1997) complementa diciendo que la selección recurrente posibilita la combinación de numerosos progenitores distantes genéticamente en las poblaciones utilizadas como base.

Una vez definido el método, es importante destacar cual es el procedimiento a seguir. Sprague y Brimhall, Hull y Jenkins citados por Ospina et al (1997) dividen al método en tres etapas:

- a) Evaluación de las plantas o líneas derivadas del germoplasma inicial
- b) Selección de los genotipos favorables
- c) Cruzamiento de los mejores materiales para la creación de la población base.

El éxito de un programa de selección recurrente depende de dos factores: las propiedades de la población base y la forma cómo se maneja el proceso de selección. Se puede afirmar que una población base es aquella que posee promedios adecuados para los caracteres de importancia agronómica y alta variabilidad genética.

Es posible introducir en los acervos genéticos o poblaciones base, características de interés en forma dirigida y desarrollar nuevas poblaciones más adecuadas a los

objetivos de cada programa (Borrero et al, 1997). El éxito en la formación de una nueva población radica en la elección de una base genética adaptada a las condiciones locales. Todas las características de la población base dependen, exclusivamente de la selección de las líneas progenitoras y de garantizar una eficiente recombinación de las mismas (Chaves, 1997). Así, se puede afirmar que la primera etapa para el éxito del proyecto está en la elección apropiada de los progenitores para la formación de la población base.

Las ganancias genéticas que se obtienen en los ciclos de recurrencia dependen de que esas etapas se realicen bajo criterios y metodologías bien definidas. En la selección recurrente las evaluaciones se pueden dividir en dos fases diferentes. En la fase inicial no hay preocupación por estimar varianzas y comparar tratamientos, sino que el objetivo es seleccionar las líneas basándose en características fenotípicas de las plantas u ordenar las líneas según sus rendimientos en relación con un testigo. Esto se aplica a la selección recurrente fenotípica. La etapa final, se caracteriza por una necesidad de mayor precisión estadística, ya que se colocan en competición las mejores líneas, las cuales no solo se comparan entre sí, sino también con las variedades comerciales. Esta fase requiere la realización de experimentos en red a los niveles departamental, regional nacional y hasta internacional (Zimmermann, 1997).

La selección recurrente, cobró importancia cuando los programas de mejoramiento en maíz se vieron estancados, ya que la metodología que estos utilizaban era la de autofecundaciones consecutivas de las poblaciones existentes, por lo tanto con el tiempo todos los trabajos mostraban un agotamiento de la variabilidad genética, no pudiendo obtener híbridos superiores a los ya existentes, demostrando la importancia de usar el método, con el objetivo de mejorar las poblaciones y consecuentemente incrementar las oportunidades de seleccionar líneas superiores (Geraldí, 1997). Sumado a esto, la necesidad de los fitomejoradores de seleccionar para varias características de una sola vez, contrariamente a la selección por un solo objetivo (Goldringer y Brabant, citados por Courtois et al, 1997). Es importante destacar, que en la mayoría de los casos las características de interés están correlacionadas negativamente, por lo tanto seleccionando por una característica sola, existe el riesgo de ir en contra de las otras. Si

bien estas correlaciones existen, con los sucesivos ciclo de selección recurrente se generan cruzamientos y ruptura de ligamentos por lo cual las características bajo selección deben ser sometidas a un riguroso seguimiento (Courtois et al, 1997).

Este método se utilizó primero en plantas alógamas, las cuales al ser poblaciones de polinización abierta responden durante muchas generaciones a la selección, y mantienen la variabilidad genética relacionada con los mismos, enriqueciéndola al permitir el ingreso de nuevos materiales (Stebbins, citado por Borrero et al, 1997). Pero para las especies autógamas el proceso de mejoramiento presentó grandes dificultades ya que los cruzamientos eran muy difíciles de lograr, por lo tanto difícil obtener suficientes para promover la recombinación en las sucesivas generaciones. La dificultad radica en que los cruzamientos se realizan castrando manualmente las flores, eliminando las anteras, utilizando como dadora de polen una planta de interés por sus características. Este método, utilizado en la producción de híbridos de especies autógamas como el arroz, permite realizar cruzamientos dirigidos, pero no realizar mejoramiento de poblaciones. Por esta razón es que tan solo en los últimos años se ha utilizado esta técnica en plantas autógamas, ya que hace muy poco tiempo se ha desarrollado una nueva metodología que genera numerosos cruzamientos mediante la androesterilidad genética.

El problema no fue ajeno en arroz, siendo el principal obstáculo para la utilización del mejoramiento de poblaciones, la dificultad para hacer suficientes cruzamientos destinados a promover la recombinación en cada ciclo (Morais citado por Morais, 1997). Pero con la obtención realizada por Singh e Ikehashi en 1981, del gen de androesterilidad en un mutante de la variedad de arroz para riego IR36, se pudo comenzar con numerosos cruzamientos a campo (Chatel y Guimaraes, 1995).

A modo de resumen, las principales ventajas de la selección recurrente son:
a) obtención de mayor variabilidad genética por el cruzamiento de varios progenitores,
b) mayor oportunidad para la recombinación debido a los cruzamientos sucesivos, c)
mayor eficiencia en el aumento de la frecuencia de genes favorables debido al proceso

repetitivo y acumulativo de selección y d) mayor facilidad para incorporar germoplasma exótico en la población.

El I.N.I.A. Treinta y Tres, decidió recientemente la inclusión de la selección recurrente en sus programas de mejoramiento genético de arroz. Con tal objetivo fue sembrado en el campo experimental Paso de la Laguna, (I.N.I.A Treinta y Tres) el gene pool de arroz para riego GP-IRAT 10, cedido por el C.I.A.T., de tipo japónica para clima templado, el cual presenta un gen de androesterilidad recesivo. Este acervo genético es nombrado como GP-IRAT-10/0/0/1, el cual significa que es el décimo acervo genético registrado, no ha sido sometido a ningún ciclo de selección (GP-IRAT 10/0), ninguna recombinación después de la selección (GP-IRAT 10/0/0) y una recombinación antes de la selección (GP-IRAT 10/0/0/1).

El objetivo general de este trabajo es estudiar una población de arroz que contiene un gen recesivo de androesterilidad. Se intenta explorar el potencial de esta en un programa de selección recurrente dadas las particulares condiciones ecológicas y comerciales de la producción de arroz en el Uruguay. A partir de la información que se genere se planificarán acciones futuras ya sea en el uso directo de la misma o como base para la síntesis de nuevas poblaciones con genotipos más avanzados. Los objetivos particulares planteados son:

- * Conocer la expresión fenotípica de caracteres de interés agronómico en la población
- * Estudiar el valor de la misma en su uso directo para el mejoramiento genético en las condiciones locales.

2.MATERIALES Y METODOS

2.1. UBICACION

El trabajo se realizó en la unidad Experimental “Paso de la Laguna”, del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Treinta y Tres, durante el año agrícola 1996/97. Dicha unidad experimental se encuentra 33° 14' latitud Sur, 52° 22' longitud Oeste y 25 metros sobre el nivel del mar.

2.2. CLIMA

Revisando la serie histórica 1972/96 se puede observar que el año agrícola 96/97 tuvo 22.5% menos de precipitaciones y la evaporación del tanque A fue 8.28% mayor. El estrés hídrico fue especialmente crítico si tomamos en cuenta los meses de mayor demanda (diciembre, enero y febrero), en donde las precipitaciones no llegaron al 55% en comparación con la serie histórica, mientras que la evaporación fue 10.77% mayor. Esto implica para dicho periodo una alta radiación solar beneficiosa para el cultivo de arroz que no sufrió el estrés hídrico ya que se encontraba en condiciones de riego controlado.

En lo que refiere a temperatura en el período estival (noviembre a marzo), la media para el año agrícola fue 4% menor, la máxima 3% menor y la mínima fue 5% menor a la serie histórica. Se obtuvieron valores mayores a la serie histórica en la velocidad del viento, la cual fue 22% mayor.

Las condiciones del año agrícola fueron favorables para el cultivo de arroz obteniéndose en este los valores récord de rendimiento para el país.

2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó una representación de la población de 3000 plantas aisladas, las cuales fueron iniciadas en invernáculo y posteriormente trasplantadas al campo a una distancia entre hilera de 0.5 metros y entre plantas de 0.3 metros. Una vez en el campo se procedió al marcado de 300 plantas las cuales fueron mantenidas con su identificación hasta el final. Para el marcado se le asignó un número ordinal a cada una de las plantas, luego se obtuvieron 300 números al azar los cuales fueron asignados a las plantas correspondientes quedando estas etiquetadas. En estas se evaluaron una serie de caracteres de interés agronómico iniciándose en macollaje hasta final de ciclo. Las características que se evaluaron contenían caracteres de tipo continuo (número de macollos, rendimiento por planta, índice de cosecha, etc) y de tipo discreto (tipo de macollaje y tipo de hoja bandera). Se analizó y se obtuvo datos estadísticos que caracterizaron a la población para las variables medidas.

Como se muestra en el cuadro N° 1, la población fue dividida en tres grupos ya que tanto la siembra como el trasplante se realizaron en tres fechas diferentes. El objetivo de diferir la siembra es el de permitir que plantas de diferentes ciclos a floración tengan posibilidad de recombinarse, evitando de esta manera la deriva genética provocada por coincidir la floración de un escaso grupo de estas (Rangel y Neves, 1995).

Cuadro N°1. Fecha de siembra y trasplante para cada grupo de la población

	N° de plantas	Fecha de siembra	Fecha de trasplante
Grupo 1	150 plantas	10 de octubre	14 de noviembre
Grupo 2	114 plantas	19 de octubre	15 de noviembre
Grupo 3	36 plantas	24 de octubre	29 de noviembre

Es de destacar que para la comparación de estas plantas con otras variedades comerciales, se utilizaron datos extraídos de trabajos anteriores promediados en una importante serie de registros por lo cual se disminuye la interacción del factor año.

El trabajo de caracterización entonces se realizó sobre una población sembrada con el fin de seleccionar plantas para el inicio del trabajo de selección recurrente.

2.4. DETERMINACIONES

Una vez planteados los objetivos del trabajo se concluyó que la mejor manera de determinar el comportamiento de una población es midiendo aquellas características que tengan incidencia directa, ya sea en el rendimiento del cultivo como en la calidad del producto. De esta manera se analizaron las variables que se presentan en el cuadro N° 2.

Cuadro N°2. Variables analizadas y sus abreviaturas

Variables	Abreviatura
Ciclo a floración (días)	Ciclo
Altura de planta (cm)	Alt.
Número de panojas	N°pan.
Materia seca (grs)	MS.
Número de macollos	N°mac.
Area foliar (cm ²)	AF
Tipo de macollamiento	Tmac.
Tipo de hoja bandera	T.HB
Relación largo/ancho	L/A
Peso de 1000 granos (grs)	P1000
Índice de cosecha (%)	IC
Rendimiento (grs)	Rend.
Porcentaje de esterilidad (%)	Est.
Granos por panoja	G/pan.
Granos llenos por panoja	Gll/p
Calidad culinaria	Cc.
Número de granos llenos	N°gll
Número de granos vacíos	N°gv
Incidencia de Sclerotium Oryzae	Scl.
Incidencia de Rhizoctonia	Rhiz.

Es importante destacar que el manejo de la población se realizó siguiendo las prácticas y recomendaciones normalmente desarrolladas en la zona. Por lo tanto, el manejo de la fertilización, el agua e insecticidas no difiere a lo realizado normalmente en la misma. En el caso de los fungicidas, no se realizaron aplicaciones de modo de poder evaluar la incidencia de enfermedades.

2.4.1. Determinaciones a campo

Durante el mes de febrero de 1997, se hicieron recorridas diarias para determinar la fecha de inicio de floración. Esta fecha correspondió al momento en el cual la planta se encontraba en el estado de emergencia de la panoja. En el mes de marzo del mismo año, se comenzó a medir la altura de la planta. Se midió la altura en los dos primeros macollos de modo de obtener un promedio de ambos como valor final. Cada una de estas medidas se realizó desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja bandera de cada uno de los dos macollos.

Simultáneamente se midieron las siguientes características:

- Número de macollos y tipo de macollamiento. Para este último se utilizó una escala subjetiva con cinco categorías considerando: cantidad de macollos, diámetro de los mismos y orientación con respecto a la vertical. En esta calificación se le dió el puntaje 1 a aquella planta que tuviera un adecuado número de macollos, de buen diámetro (de manera de evitar vuelco) y lo más erecto posible (lo que significa un beneficio en condiciones de cultivo). De este modo las plantas que presentaron características opuestas a las mencionadas anteriormente fueron colocadas en la categoría 5.
- Tipo de la hoja bandera. Para esta se utilizó una escala similar al caso anterior pero en este caso los aspectos a considerar fueron: orientación de la hoja bandera con respecto a la vertical, largo y ancho de la hoja. En este caso se le otorgó el puntaje 1 a aquellas plantas con la hoja bandera corta, ancha y erecta.

- **Area foliar.** Se midieron las dos primeras hojas de la planta. Las determinaciones fueron el largo de la lámina y el ancho en el primer tercio de la misma. Con estos datos y aplicando un modelo matemático utilizado por I.N.I.A. Treinta y Tres en todos sus ensayos, se determinó el área foliar correctamente.
- **Identificación de plantas androestériles.** En el campo, las plantas normales presentan anteras amarillas y llenas, mientras que las androestériles presentan anteras blanquecinas, arrugadas y de menor tamaño, por lo tanto esta fue la metodología utilizada para la identificación de las mismas.

2.4.2. Determinaciones en Laboratorio

Cuando se observó alrededor de un 10 % de plantas en el estado de madurez fisiológica se comenzaron a realizar rondas de cosecha. Las plantas fueron cortadas y transportadas individualmente al laboratorio en bolsas de papel. Una vez llegadas al laboratorio se realizó el conteo de panojas. En lo que se refiere a la incidencia de enfermedades se analizó por un lado el nivel de ataque de *Rhizoctonia oryzae* y por otro lado la incidencia de *Sclerotium oryzae*. Para ambos casos se utilizó una escala de 0-9 categorías del Sistema de Evaluación Estándar de Arroz del IRRI. Las categorías para *Rhizoctonia oryzae* se asignaron en función de la ubicación de la misma a lo largo del tallo: 0, sin ataque; 3, el ataque era por debajo del cuarto inferior del tallo; 5, el ataque alcanzaba la mitad del tallo; 7, el ataque llegaba al tercer cuarto del tallo y por último 9 en donde el ataque alcanzaba a la hoja bandera

Para el caso de *Sclerotium oryzae* la categoría 0, se considera sin ataque y a medida que los sclerotos iban avanzando hacia el interior del tallo se les asignó los diferentes niveles de ataque. La categoría 9 es una planta totalmente atacada, con alta susceptibilidad al vuelco. Luego, se continuó con el resto de las determinaciones a nivel de laboratorio comenzando por el secado de las plantas para determinar el nivel de M.S.. Se utilizaron dos estufas diferentes, una de 105° en donde las plantas fueron colocadas

durante 24 horas y otra de 60° en donde el tiempo de secado fue de 48 horas. Pasado este período las plantas fueron pesadas, tomando así el dato de materia seca.

Posteriormente fueron trilladas manualmente, ya que con los métodos tradicionales solo se puede obtener los granos llenos y para este caso era necesario obtener el número total de granos, que luego fueron almacenados en sobres de papel (individualmente para cada planta). Estos fueron pesados y luego se procedió a separar los granos llenos de los granos vacíos con un separador (Kiya Seisakusho) y se los pesó nuevamente en una balanza digital. Los granos llenos se contaron con un contador (Kiya Seisakusho), mientras que la metodología para los granos vacíos fue diferente: se determinó el peso de 30 granos y junto con el de del peso de los granos vacíos totales se estimó el número de granos vacíos.

Con el objetivo de calcular la relación largo/ancho se separaron 15 granos, los cuales fueron medidos con un medidor de granos. Por último, con el fin de tener una característica de calidad de los mismos se realizó la dispersión en álcali a 6 granos de cada planta. A cada planta se le realizó esta prueba dos veces, por lo tanto el valor obtenido para cada planta es el promedio entre ambas determinaciones.

Finalmente con los datos anteriormente recabados se procedió a realizar el cálculo de las siguientes características por planta:

- Granos por panoja: N° total de granos/ N° de panojas
- Granos llenos por panoja: N° de granos llenos/ N° de panojas
- % de esterilidad: N° de granos vacíos / N° de granos totales
- Peso de 1000 granos: $(\text{Peso de granos llenos} / \text{Núm. de granos llenos}) * 1000$
- Rendimiento: Peso de granos llenos
- Índice de Cosecha (I.C): Rendimiento /MS
- Índice de Severidad:

$$\text{Rhizoctonia} = (\% \text{ en cat. 3} * 1 + \% \text{ cat 5} * 2 + \% \text{cat 7} * 3 + \% \text{ cat 9} * 4) / 4$$

$$\text{Sclerotium} = (\% \text{ tallos en cat 3 y 5} * 2 + \% \text{ cat 7} * 3 + \% \text{ cat 9} * 4) / 4$$

- Relación largo/ancho: promedio largo 15 granos/promedio ancho 15 granos

2.5. ANALISIS DE LA INFORMACION

La información será analizada en tres etapas diferentes. Una primera etapa en que se realiza el análisis univariado, mediante medias, varianzas, desvíos y rangos. Estos últimos se realizaron en relación al desvío estándar de la característica en cuestión ya que se incluyó la media en un rango (de igual tamaño al desvío) y luego se realizaron los rangos necesarios hasta cubrir toda la población. En casos como relación largo/ancho, número de macollos, número de panojas, ciclo a floración, granos por panoja y cuando se analizó separadamente plantas androestériles y fértiles los rangos fueron de medio desvío estándar de modo de obtener una mejor representación de la distribución de la población. El segundo o bivariado, consta de correlaciones simples entre las características. Es de destacar que ninguno de los análisis antes mencionados nos permiten tener en cuenta, todas las variables simultáneamente, por esto es que se recurre en una tercera etapa a un análisis multivariado, como el método de componentes principales del paquete STATISTICA. Este último permite ordenar las variables en un espacio de dimensiones reducidas, posibilitando la obtención de una representación geométrica de la asociación entre todas las variables (Harch et al, 1995). Para realizar el análisis de los componentes principales, no se tomaron en cuenta aquellas variables que resultaban redundantes, como peso de granos totales con rendimiento, para no sobrestimar las asociaciones. En este análisis solo se incluyen los individuos que presentan valores para todas las variables que lo integran, siendo para este caso un total de 203 plantas. Es de destacar también que se incluyen en el análisis dos variables discretas, tipo de macollaje y tipo de hoja bandera. Si bien en este tipo de análisis no sería adecuada la inclusión de estas variables, las mismas fueron incluidas por ser de importancia y por ser estandarizadas al ingresar al análisis de componentes principales.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. ANALISIS UNIVARIADO

Los valores estadísticos de las variables analizadas se presentan en el cuadro N°3. Para características como, esterilidad, granos llenos/panoja, rendimiento/planta e índice de cosecha, se presentan los valores separados en plantas fértiles y androestériles, de manera que los valores sean más descriptivos. Queda claro al observar el cuadro N° 3 que a pesar de tratarse de una población relativamente pequeña contiene para algunas características un amplio rango de variación.

Cuadro N°3. Media, mínimo, máximo, rango y varianza de 24 características medidas en la población estudiada

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza	D. Estándar
Ciclo (días)	122.60	106.00	137.00	31.00	51.52	7.18
Alt. (cm)	106.43	65.10	138.20	73.10	121.94	11.04
N° mac.	24.79	5.00	54.00	49.00	85.53	9.25
T mac..	2.77	1	5	4	1.32	1.15
T H B	3.00	1	5	4	1.35	1.16
AF (cm ²)	61.17	24.47	117.25	92.78	232.26	15.24
N° Pan.	24.78	5.00	54.00	49.00	81.88	9.05
G/pan.	134.26	33.87	278.36	244.49	1113.54	33.37
Est.	50.93	4.69	99.34	94.65	657.86	25.65
Est. plt. fértiles	27.69	4.69	63.13	58.44	139.98	11.83
Est. plt. androest	69.69	39.09	99.34	60.25	268.97	16.40
G.ll/pan.	65.63	1.18	195.13	193.95	1530.07	39.12
G.ll/pan. F.	99.00	35.23	195.13	159.90	873.72	29.56
G.ll/pan. Andr.	39.26	1.18	86.63	85.45	481.18	21.94
P 1000 (grs)	25.25	15.80	44.67	28.87	14.92	3.86
Rend. (grs)	40.21	0.50	130.93	130.43	682.03	26.12
Rend. fértiles	57.85	11.63	130.93	119.30	587.20	24.23
Rend. androest.	26.25	0.50	88.66	88.16	319.44	17.88
MS	133.23	18.90	416.40	398.40	3265.33	57.14
IC	30.54	0.52	64.64	64.12	267.42	16.35
IC fértiles	44.69	17.78	64.64	46.86	94.00	9.69
IC androest.	19.31	0.52	41.76	41.24	119.16	10.92
L/A	3.18	1.95	4.19	2.24	0.12	0.35
Scl.	54.13	30.15	100.00	69.85	142.51	11.94
Rhiz.	7.68	0.00	80.50	80.50	237.98	15.43

3.1.1. CICLO A FLORACION

En la población estudiada esta característica no aparece como adecuada a lo que hoy en día se esta buscando por parte del programa de mejoramiento del I.N.I.A. ya que el menor valor registrado fue de 106 días y la media fue de 123 días. A continuación se presentan los valores registrados agrupados en lo diferentes rangos (ver figura N° 1).

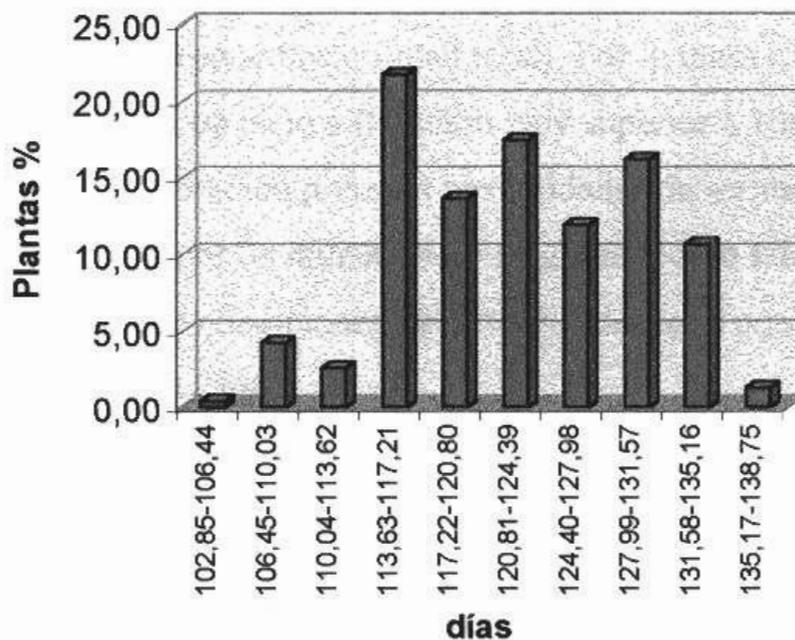


Figura N° 1. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica ciclo a floración

Como se puede observar la mayoría de las plantas analizadas superaron los 120 días de ciclo a floración, por lo tanto esta característica deberá ser mejorada en los siguientes ciclos de cruzamientos de modo de lograr plantas que se adapten a nuestras condiciones. Por otra parte es de tener en cuenta que el manejo de siembra en invernáculo y posterior trasplante, puede distorsionar (de manera difícil de cuantificar) la duración del ciclo a floración. En particular el estrés provocado por el trasplante puede provocar un retraso o enlentecimiento del desarrollo anulando la ventaja obtenida

en la etapa de invernáculo. Esta característica es de suma importancia ya que puede llegar a determinar la exclusión de la población a nivel comercial, dado que para las condiciones climáticas en la tradicional cuenca arrocerera del Uruguay, es imposible la utilización de variedades de ciclo largo. En esta zona normalmente las temperaturas del suelo no permiten siembras más tempranas al 1 de octubre y por otro lado, el objetivo es que el cultivo florezca entre la última quincena de enero y la primera de febrero de modo de obtener una menor probabilidad de incidencias de bajas temperaturas en la etapa reproductiva (temperaturas mínimas menores a 15° durante el período de prefloración pueden producir esterilidad total). Por lo tanto es inviable sembrar variedades que tengan un ciclo a floración muy superior a 100 días. Es importante destacar que ciclo a floración presenta posibilidades de ser mejorado en el corto plazo ya que esta determinado por un número bajo de genes, por lo tanto, si bien la población estudiada no estaría en condiciones de ser utilizada, sería posible mejorarla rápidamente para su posterior utilización.

La Estación Experimental del Este basó gran parte de su mejoramiento genético de los últimos años en la búsqueda de variedades de ciclo corto (menores a 90 días) que se adaptaran a siembras tardías, escapando al frío en floración así como la búsqueda de materiales tolerantes a bajas temperaturas.

3.1.2. ARQUITECTURA DE LA PLANTA

La arquitectura de la planta se refiere a aquellas características que permiten una adecuada adaptación de los distintos materiales a las condiciones de cultivo. A continuación se describen y analizan las mismas independientemente para la población en estudio.

3.1.2.1. Altura

Los datos medidos de altura de la población arrojaron una media de 106 cm. con un mínimo de 65.1 cm y un máximo de 138.2 cm (ver cuadro N°3). Cabe destacar que los individuos se encontraban aislados, lo que no sucede en condiciones de cultivo, donde las plantas deben competir por nutrientes y luz, por lo tanto era de esperar un mayor porte de estos. A modo de comparación se puede observar en la figura N° 2 la altura promedio de variedades comerciales, contra el promedio de la población estudiada.

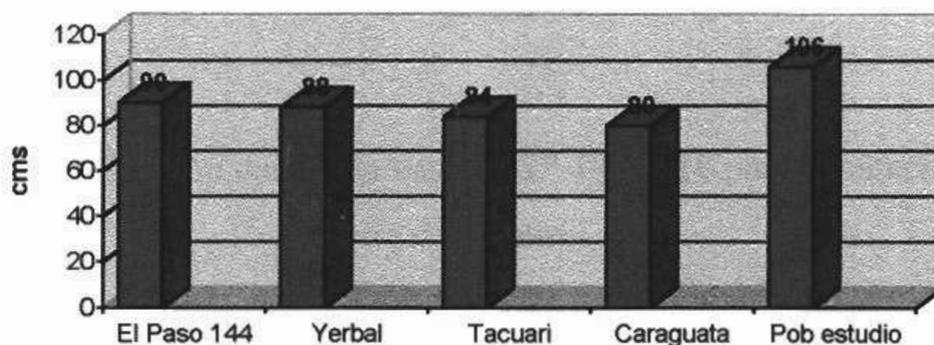


Figura N° 2. Altura de planta para: El Paso 144, Yerbal, Tacuari y población en estudio. Fuente: G. Gamarra

La figura N° 3 muestra las frecuencias por rangos en donde la mayor proporción de plantas se encuentra en el rango entre los 100 y los 112 cm. Así como mas del 50 % de los individuos presentaron una altura superior a lo deseable, es de destacar que al igual que ciclo a floración, puede ser mejorada por selección de los mejores individuos.

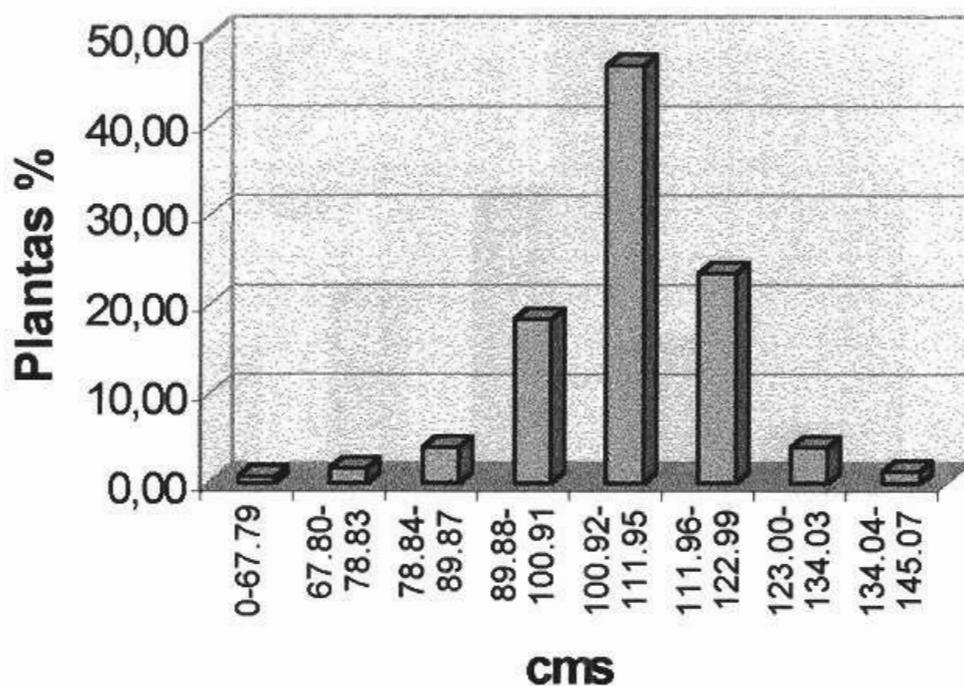


Figura N°3 Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica altura de plantas

La altura de la planta de arroz, es importante para su comportamiento en condiciones de cultivo. Como se describió anteriormente, uno de los avances genéticos más importantes del cultivo se produjo en la década del sesenta, con el arroz de porte bajo, que demostró mayor aptitud productiva, en condiciones de alta densidad, en donde permitieron el uso de mayores cantidades de fertilizantes nitrogenados, sin mayor incidencia de vuelco.

3.1.2.2. Tipo de macollaje

Tomando las características, número de macollos, orientación con respecto a la vertical y diámetro de los mismos, se clasificaron los individuos de la población utilizando una escala subjetiva del 1 al 5 ya descripta. En el cuadro N° 3 y en la figura

Nº4, se puede observar la distribución de los individuos de la población, en las distintas categorías.

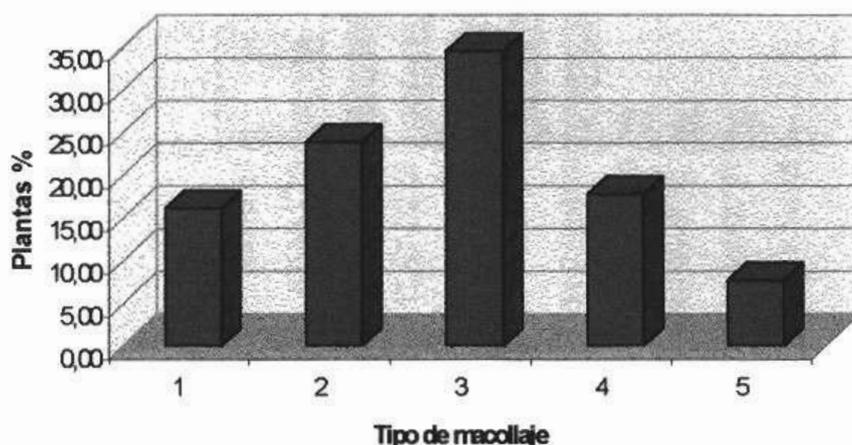


Figura Nº4. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica tipo de macollaje.

En cuanto a número de macollos, si bien se buscan plantas macolladoras, es de destacar que en un cultivo de la variedad El Paso 144, de las más macolladoras, las plantas tienen en promedio 1.2 macollos, en cambio en condiciones de plantas aisladas F. Perez De Vida (com. pers.) contabilizó 25 tallos en la variedad El Paso 144.

Variedades de tipo japónica en esas condiciones como INIA Tacuarí, INIA Yermal, Blue Belle y Caraguatá alcanzaron entre 11 y 15 macollos por planta, lo que contrasta con los datos del cuadro Nº2 en donde la media de la población se sitúa en 24,8, destacando las condiciones de aislamiento de las plantas de la misma. En la figura Nº 5 se observa la distribución de la población.

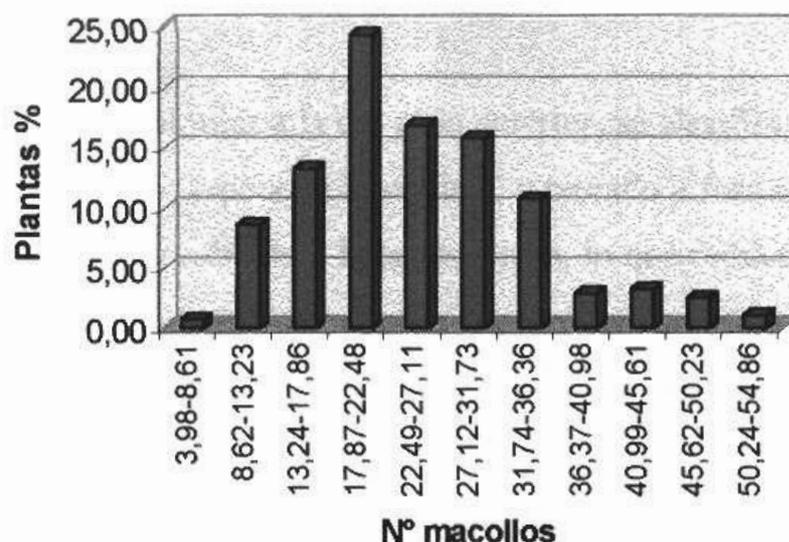


Figura N°5. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica número de macollos.

El tipo de macollaje que adopta la planta es de suma importancia en condiciones de alta densidad, principalmente la orientación que adoptan los mismos con respecto a la vertical. Macollos más erectos permiten una mayor interceptación de la radiación solar retardando la incidencia del autosombreado. También es importante el diámetro de estos, ya que macollos más gruesos soportan panojas pesadas y por ende son los más resistentes al vuelco. El número de macollos es una característica de interés porque implica un factor de estabilidad en la producción, ya que alta capacidad de macollamiento puede subsanar fallas en la etapa de implantación del cultivo. Esta capacidad puede ser en cierto grado controlada por medidas de manejo como densidad de siembra.

3.1.2.3. Tipo de hoja bandera

Utilizando una escala similar a la del caso anterior, se clasificaron las plantas según el ángulo de la hoja con respecto a la vertical, y tamaño y forma de la misma.

Las plantas deseadas presentaban hojas erguidas, lo que reduce el sombreado y competencia por luz, así como la penetración de la misma a los estratos más bajos de la planta. Es también deseable, hojas en las que su ancho contribuya en buena forma a su área foliar y un largo que ronde los 20 cm. El mayor porcentaje de las plantas se clasificaron con la categoría 3, como lo muestra la figura N° 6.

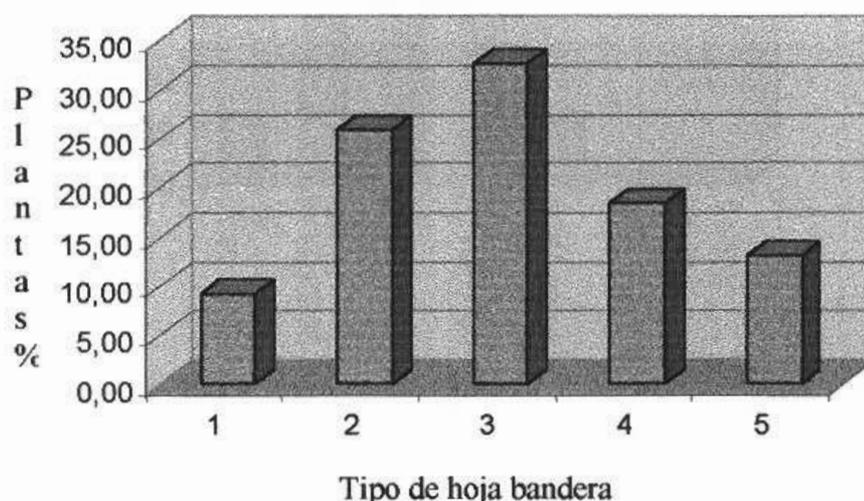


Figura N°6. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica tipo de hoja bandera.

Más de un tercio de la población presentó tipo de hoja adecuado para las condiciones del cultivo, grupo interesante para iniciar un trabajo de selección recurrente.

3.1.2.4. Area foliar

La población presentó una media de 61.17 cm² como se observa en el cuadro N° 3 y se distribuye en un rango 92.78 cm² (ver figura N° 7)

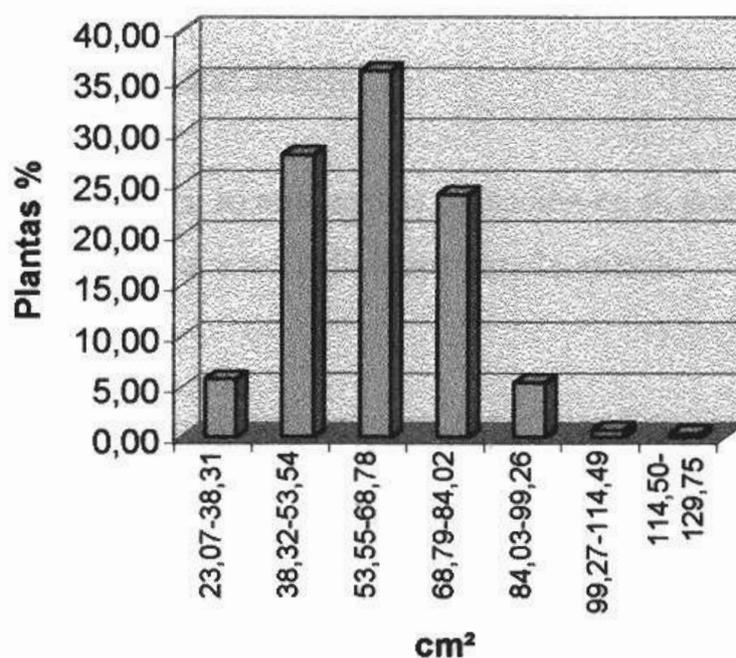


Figura N° 7. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica área foliar.

3.1.3. RENDIMIENTO

Para una mayor comprensión de los resultados, se analizarán previamente las características que determinan el rendimiento, siendo estas, número de panojas por planta, tamaño de panojas, (refiriéndose esta última a los granos totales por panoja), porcentaje de esterilidad, granos llenos por panoja y peso de los 1000 granos.

Al tratarse de un acervo genético con un gen recesivo de androesterilidad, se encuentra una gran oposición entre plantas homocigotas recesivas para dicho gen, que se comportan como alógamas y heterocigotas y homocigotas dominantes, autógamas con su fecundación mas asegurada. Por esta razón se analizarán los resultados separadamente para cada grupo.

3.1.3.1. Número de panojas por planta

Para esta característica, se analizará la población en su conjunto, ya que la androesterilidad no condiciona a los individuos para la misma.

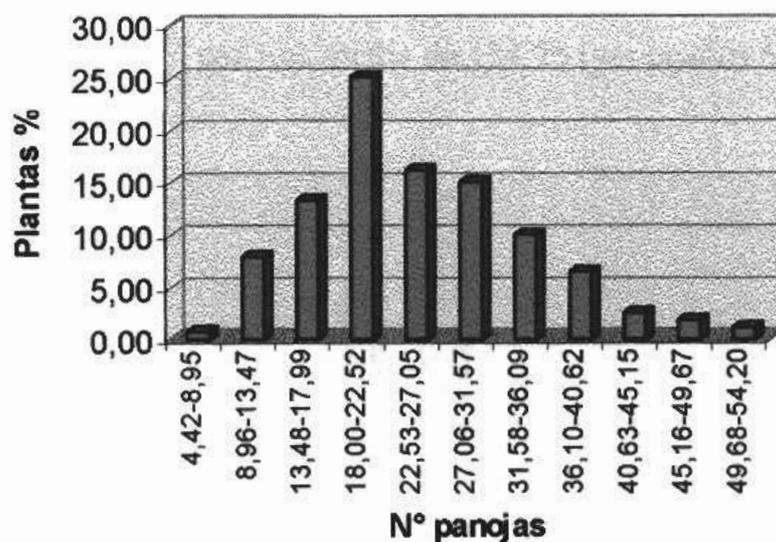


Figura N°8. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica número de panojas por planta.

El número de panojas por planta está muy ligado al número de macollos por planta, ya que de estos los que realmente interesan son los que generan panoja. En

condiciones de cultivo denso, solo un porcentaje de macollos logran formar panoja, teniendo este fenómeno menor relevancia cuando tratamos con plantas aisladas. Tal es el caso de este trabajo en el que prácticamente coinciden los promedios de número de macollos por planta y el número de panojas por planta. En la figura N° 8 se observa la distribución de la población, la cual tuvo una media de 24,78 y un rango de datos de 49 (ver cuadro N°3).

3.1.3.2. Granos totales por panoja

Ultimamente los programas de mejoramiento de arroz han puesto un gran énfasis en esta característica. Como forma de aumentar la productividad del cultivo, se buscan plantas que posean alta cantidad de granos por panoja. En este caso la androesterilidad no afecta esta característica, al igual que en número de panojas por planta. La población se distribuye en un rango de 244.9, con una media de 134.26 (ver cuadro N° 3, figura N° 9).

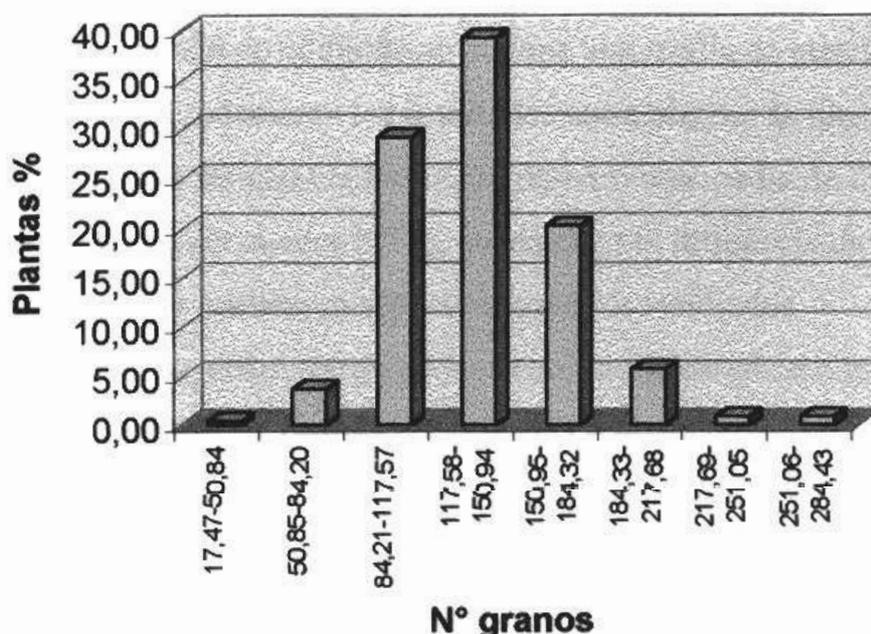


Figura N° 9. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica granos/panoja.

A modo de ejemplo en la figura N°10 se puede observar los promedios de granos por panoja para las variedades comerciales mas importantes y la población en estudio.

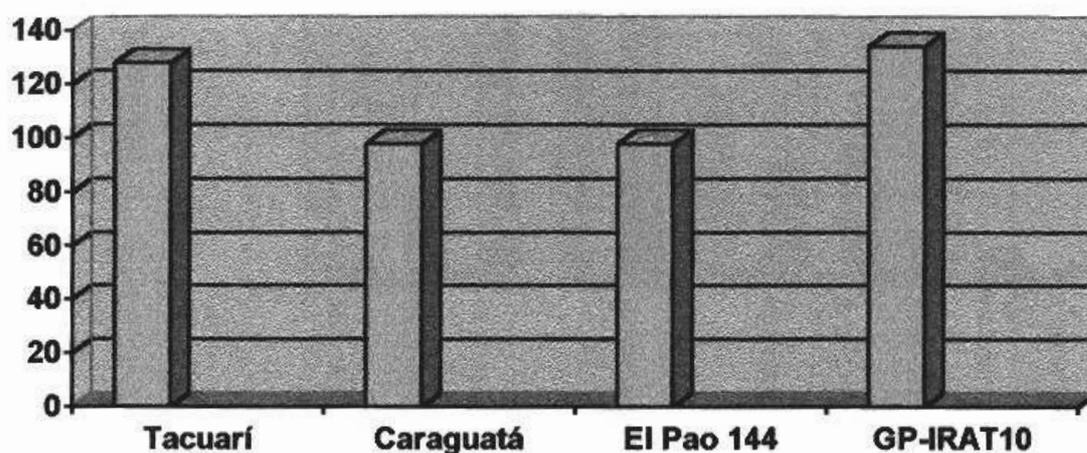


Figura N° 10. Granos totales por panoja para de: Tacuarí, Caraguatá, El Paso 144 y la población en estudio

3.1.3.3. Porcentaje de esterilidad

Si se analiza la población en conjunto se obtiene una media de esterilidad de 51.44%, pero al analizar separadamente los resultados entre plantas fértiles y androestériles se obtiene, para las plantas fértiles se registró una media de 27.17% y para las androestériles de 69.69% (ver cuadro N° 3), queda clara la influencia de la androesterilidad, por lo que se analizaran separadamente los resultados.

Dentro de las fértiles se encontraron plantas con Straighthead (espiga erecta), enfermedad fisiológica que produce esterilidad y por ende disminución en el rendimiento. Eliminando estos individuos se obtiene un promedio de esterilidad de 22.87%. (ver cuadro N° 3). En la figura N° 11 pueden verse los porcentajes de plantas fértiles y dentro de estas las de mayor esterilidad corresponden en general a las afectadas por la enfermedad antes mencionada.

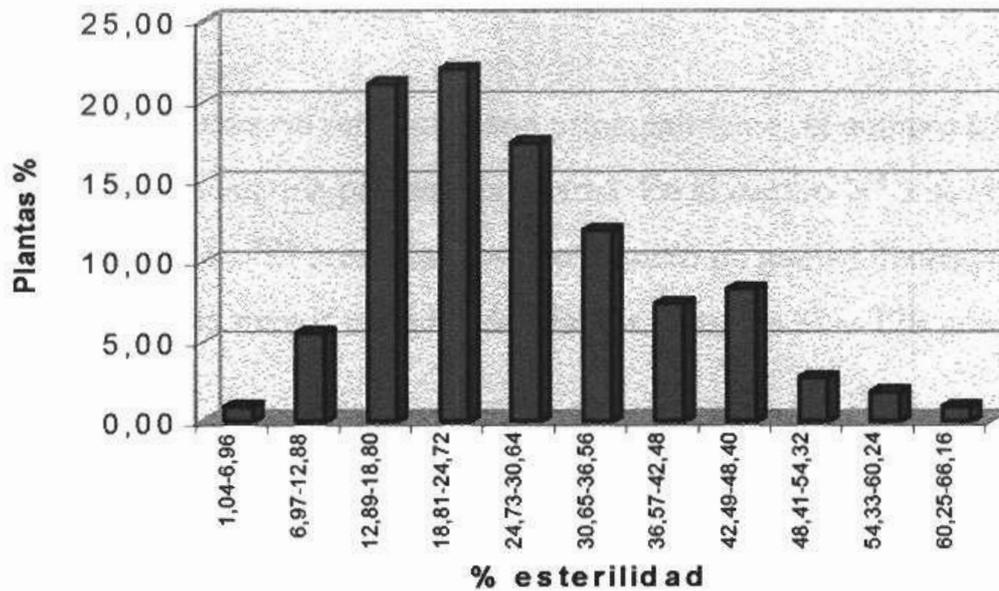


Figura N°11. Distribución de las plantas fértiles del GP-IRAT 10 para la característica porcentaje de esterilidad en plantas.

En el caso de las androestériles, la no autofecundación, y consecuente necesidad de polen de plantas fértiles, interactúa con factores como el ciclo a floración, lo que provoca dispersión de los resultados (ver figura N° 12).

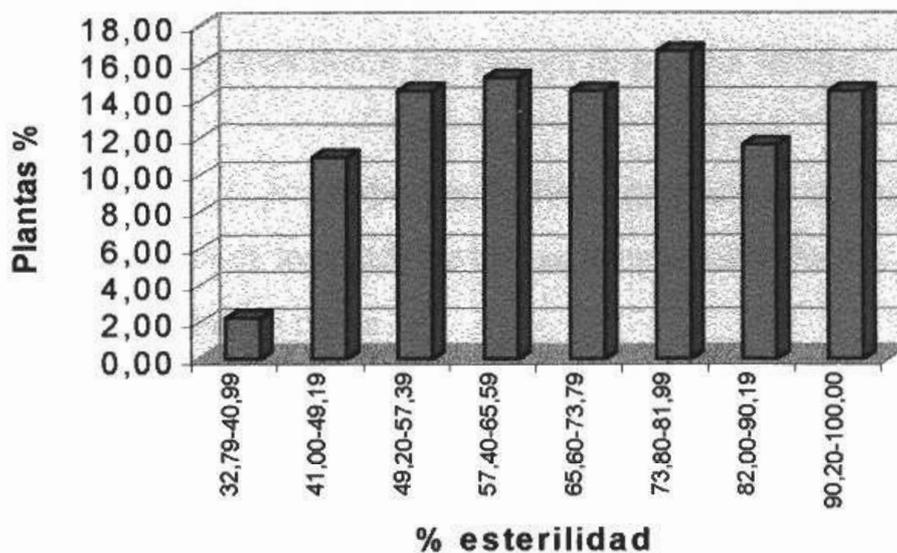


Figura N°12. Distribución de las plantas androestériles del GP-IRAT 10 para la característica porcentaje de esterilidad en plantas

3.1.3.4. Granos llenos por panoja

Las determinantes de esta característica son principalmente: el número total de granos por panoja y la esterilidad que presenta la misma. En el cuadro N° 3 se observa que en promedio las plantas fértiles presentan un alto número de granos llenos por panoja, (99), encontrándose la mayor cantidad de plantas entre los 80 y 120 granos por panoja (ver figura N° 13).

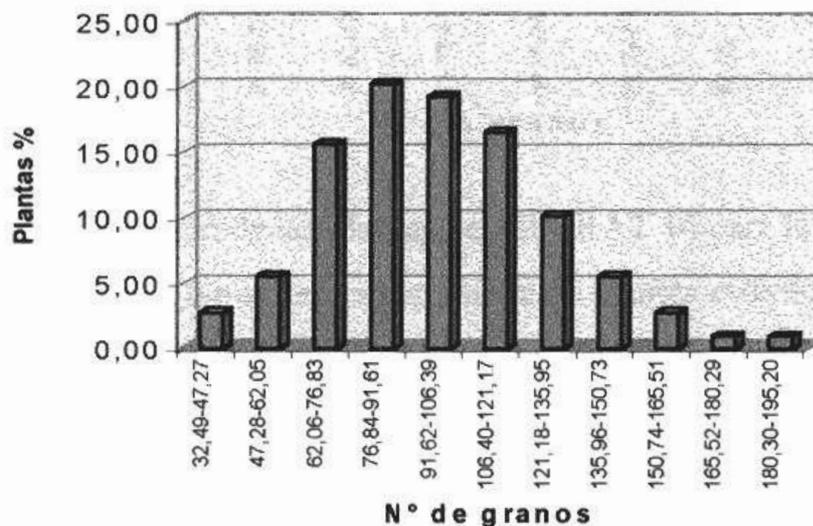


Figura N°13. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica número de granos llenos por panoja de plantas fértiles.

Para las androestériles el promedio fue de 39.26 granos y se ve claramente en la figura N°14 la gran dispersión de los datos, lo que se debe a que todas las plantas no accedieron a la misma cantidad de polen.

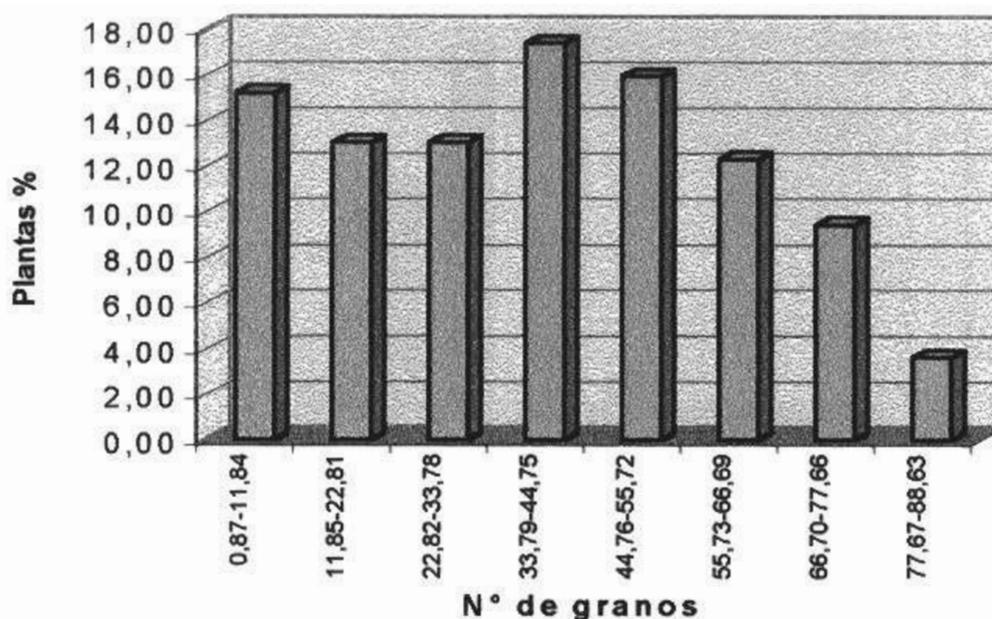


Figura N°14. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica número de granos llenos por panoja de plantas estériles.

3.1.3.5. Peso de 1000 granos

Este es uno de los componentes de rendimiento con menor variación ya que el grano es llenado encerrado en las glumas. Por lo tanto se busca que tome el mayor valor posible dentro de un estándar determinado. Si bien este es determinado por varios factores, tales como cantidad de carbohidratos producidos y traslocados, número de flores fecundadas que darán grano, volumen físico y tamaño de la flor, entre otros, el objetivo es lograr plantas que tengan un buen potencial para esta característica más allá que este se concrete en el futuro.

Se analizará la población en conjunto al no afectar la androesterilidad esta característica. La media de la población es de 25,25 gramos (ver cuadro N° 3), y el 81.79% de las plantas se ubican entre los 20 y los 30 gramos, lo que es visible en la figura N° 15.

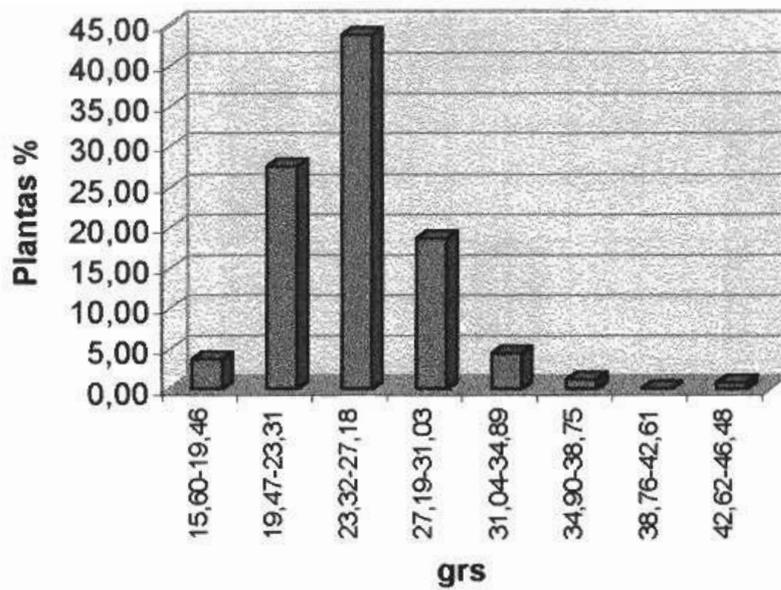


Figura N°15. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica peso de mil granos.

En relación con los cultivos más utilizados en el país la media se asemeja a la de los cultivares El Paso 144 y Yerbal (ver figura N° 16). Si bien esto es así, de poco sirve la comparación ya que dentro de la población en estudio hay diversos tipos de granos. Si bien la media observada se encuentra en un valor aceptable, la gráfica muestra que existen plantas (aproximadamente un 15% de la población) que presentaron valores mayores a 30 gramos, las cuales estarían superando a las variedades comerciales hoy en día sembradas.

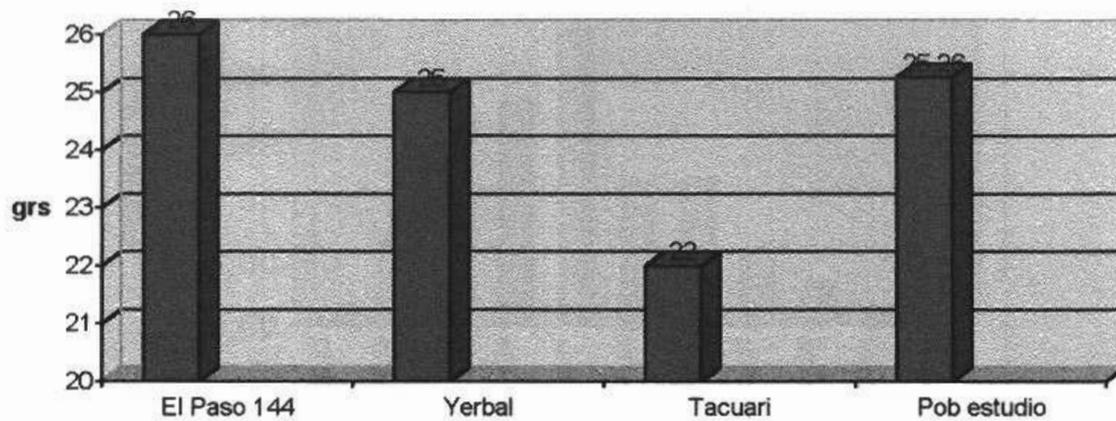


Figura N°16. Peso de mil granos para, El Paso144, Yerbal, Tacuarí y población en estudio. Fuente: G. Gamarra

3.1.3.6. Rendimiento por planta

El peso de los granos llenos por planta, para las plantas fértiles fue en promedio de 57.85 gramos, en relación a 26.25 gramos para las androestériles (ver cuadro N° 3), lo que muestra claramente el efecto del gen en cuestión.

En las figuras N° 17 y N° 18 se observa la distribución de los dos grupos de plantas en frecuencias, siendo mayor esta para las plantas fértiles, con un desvío estándar de 24.23, contra otro de 17.87 unidades.

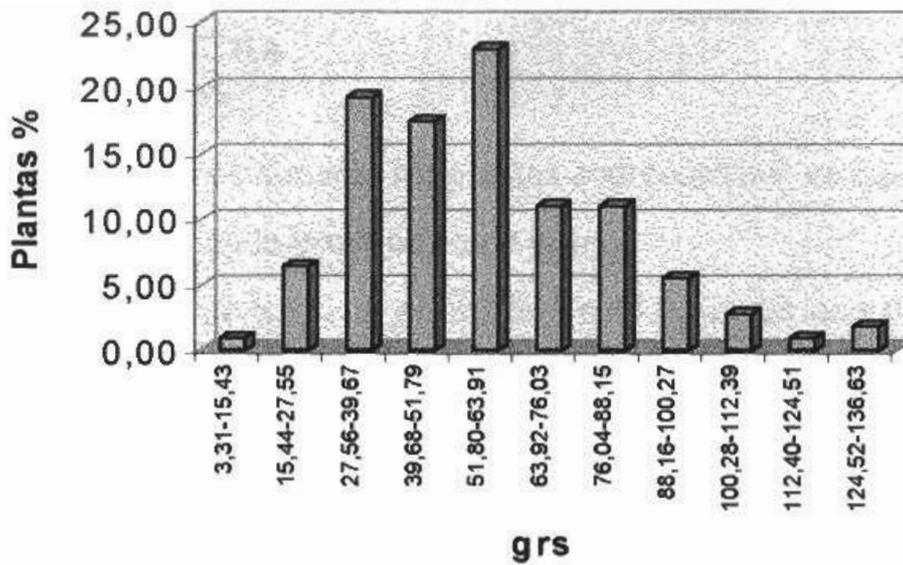


Figura N°17. Distribución de las plantas fértiles del GP-IRAT 10 para la característica rendimiento de plantas.

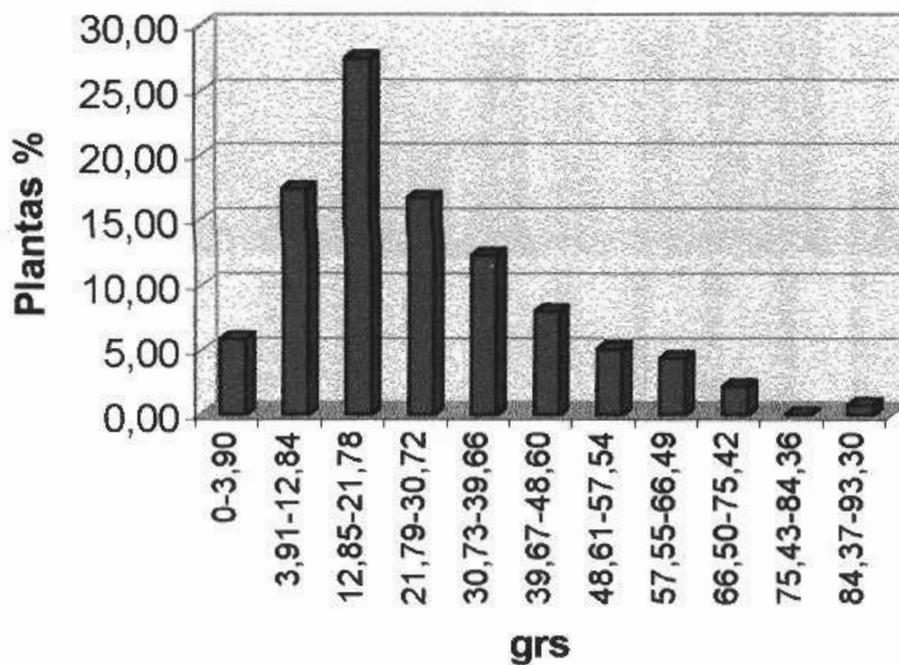


Figura N°18. Distribución de las plantas androestériles del GP-IRAT 10 para la característica rendimiento de plantas.

3.1.4. INDICE DE COSECHA

Se analizaran diferencialmente las plantas androestériles ya que es obvia la interferencia de este factor en la producción de grano.

Las plantas fértiles tuvieron un promedio de 44.9 %, con un valor máximo de 64.64 % (ver cuadro N°3). Valor muy importante teniendo en cuenta el valor para los siguientes cultivares, Tacuarí con índice de cosecha de 60%, Blue Belle 53%, El Paso 144 53%, Yerbal 56% y la línea experimental L1796 61%. La distribución de las plantas fértiles se observa en la figura N°19.

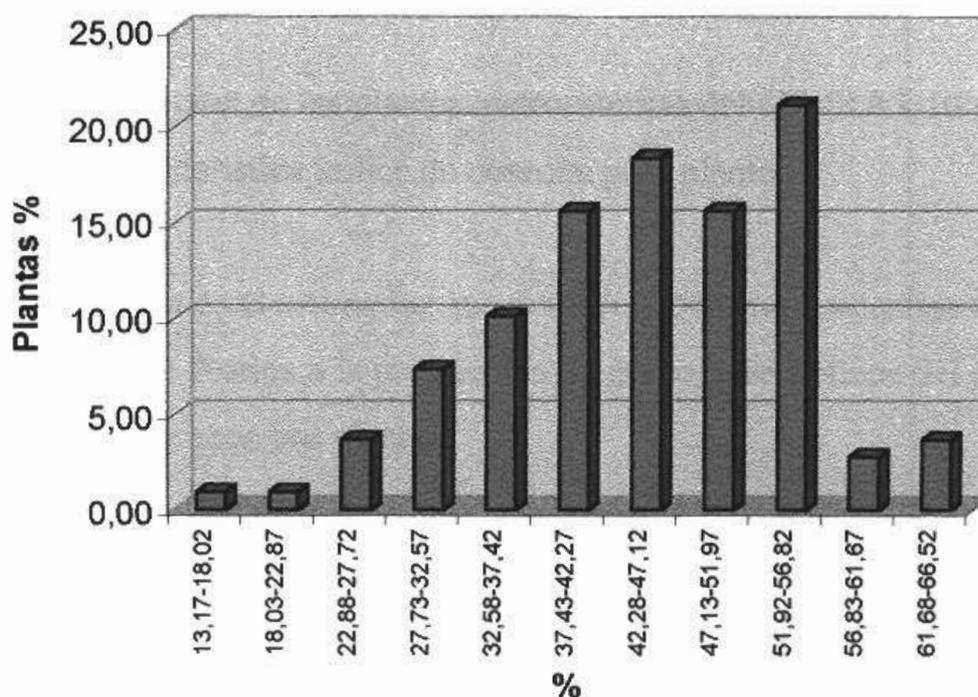


Figura N°19. Distribución de las plantas fértiles del GP-IRAT 10 para la característica índice de cosecha

Para las plantas androestériles la media fue de 19.31 %, con un máximo de 41.76 % valor alto para este tipo de planta, que se debe a que la misma recibió gran

cantidad de polen logrando formar un elevado número de granos. La distribución de las plantas androestériles se observa en la figura N°20.

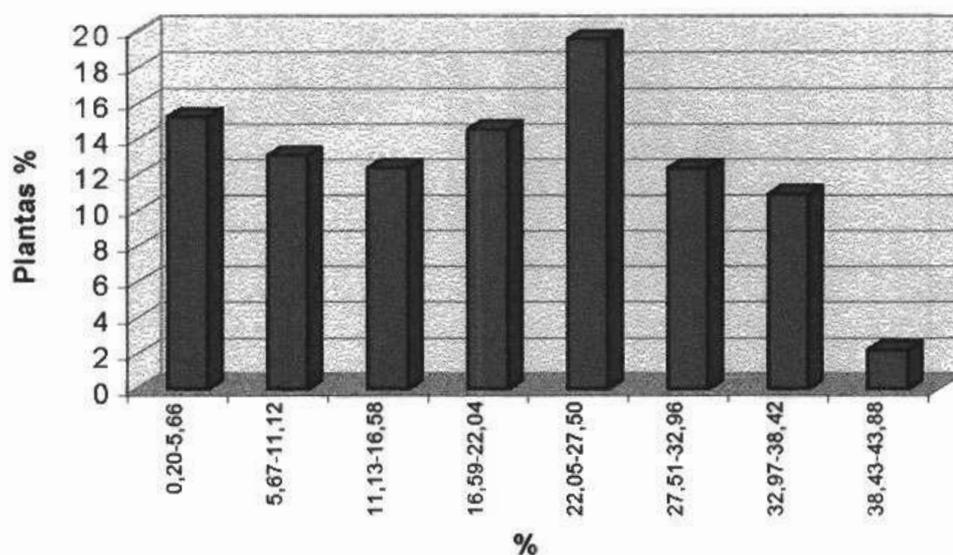


Figura N°20. Distribución de las plantas androestériles del GP-IRAT 10 para la característica índice de cosecha para plantas.

El índice de cosecha es el estimador que permite saber que porcentaje de la materia seca de la planta se destina a la producción de grano, y se obtiene del cociente entre rendimiento y materia seca por planta.

3.1.5. RELACION LARGO/ANCHO

La figura N°21 muestra que hay una alta proporción de plantas que presentaron valores mayores a 3.14, el cual es el promedio de la variedad (El Paso 144) más sembrada en Uruguay. Por lo tanto se puede afirmar que para esta característica la población presentó valores realmente interesantes de mantener en los siguientes ciclos de selección.

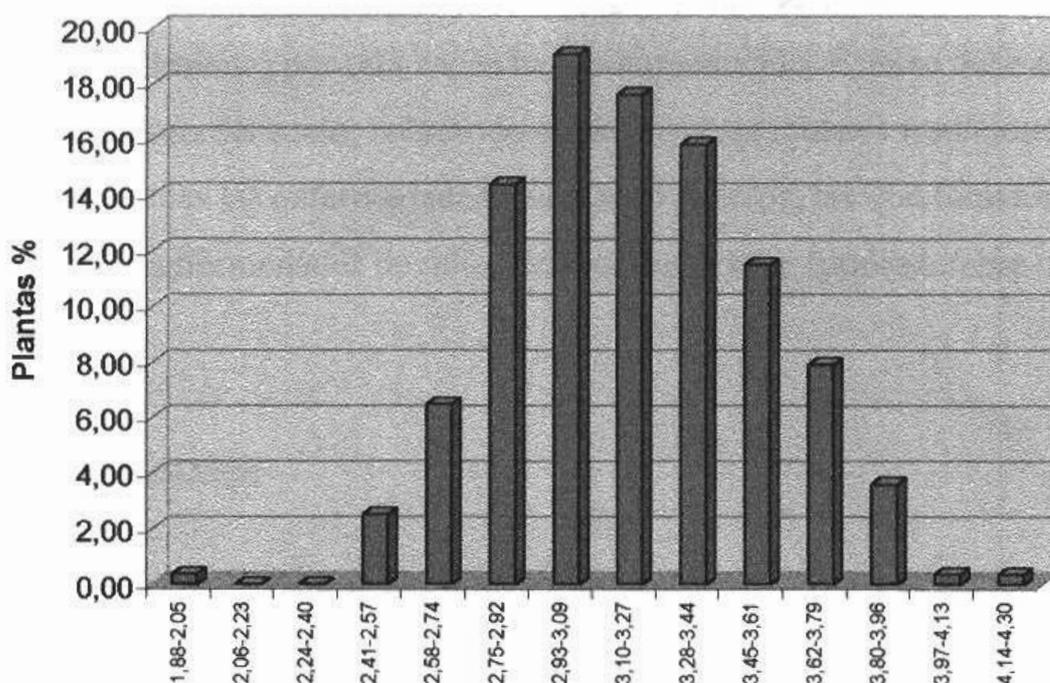


Figura N°21. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica relación Largo/Ancho.

A nivel mundial la mayoría de los mercados han indicado que se debe producir arroz de grano largo. Hoy en día la superficie sembrada en Uruguay corresponde a variedades que presentan esta característica (grano largo) y la tendencia parecería no cambiar. Sin embargo debido a la importancia de los mercados asiáticos, principalmente Japón, ha aumentado el interés en variedades de grano corto, presentando la población en estudio materiales interesantes sobre los cuales trabajar en selección. La figura N°21 muestra que la población presentó una alta proporción de plantas que presentaban grano largo (relación largo/ancho mayor a 3.0) y un porcentaje apreciable de plantas con grano corto (relación largo/ancho entre 2.0 y 3.0).

3.1.6. ENFERMEDADES

El cultivo de arroz puede ser afectado por diversas enfermedades que causan disminución de rendimiento y de la calidad de grano. Se puede considerar que el nivel

de daño por enfermedades no es importante en el país, aunque en los últimos años la disminución de rendimiento por esta causa ha ido aumentando. Esto se debe al aumento en la intensidad del uso del suelo, sobretodo en la zona este, cuenca tradicional del cultivo. Dentro de todas las enfermedades que atacan al arroz, las que toman mayor importancia son las enfermedades de tallo, *Sclerotium oryzae* (podredumbre de tallo) y *Rhizoctonia oryzae*.

3.1.6.1. Sclerotium oryzae

La incidencia de esta, en la población fue importante ya que todas las plantas presentaron la enfermedad. A pesar de las condiciones en que se sembró la población, de plantas aisladas, que no contribuye a la formación de un microambiente que favorezca el desarrollo de la enfermedad. En la figura N°22 se observa la distribución de la población en porcentajes para los distintos rangos de incidencia.

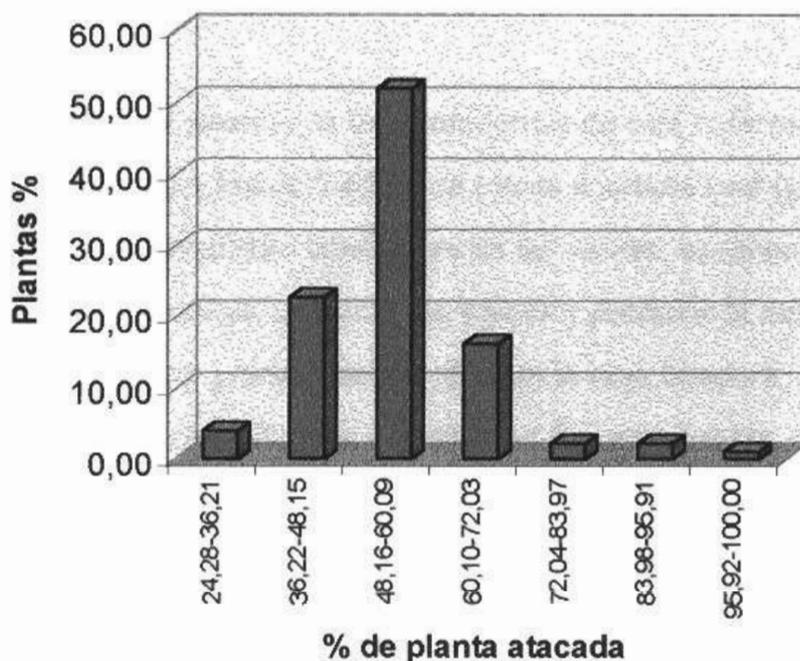


Figura N°22. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica incidencia de *Sclerotium oryzae*

Como se observa en la figura más del 70% de las plantas analizadas presentaron un nivel de ataque mayor al 50%. Por lo tanto es importante tener en cuenta esta característica y analizarla en particular de modo de poder detectar individuos con algún grado de resistencia.

Es la enfermedad más importante dentro de las que atacan el tallo por el nivel de daño que provoca y su rápida propagación. Esta enfermedad aumenta el número de granos chuzos y si se extiende al interior del tallo puede bloquear la traslocación de nutrientes y afectar a toda la panoja. Las plantas son mas susceptibles cuando enfrentan desequilibrios de nitrógeno/fósforo y mas tolerantes en presencia de potasio.

Actualmente se reportan escasas fuentes genéticas de resistencia, determinadas por genes menores y algunos mayores. Desde un punto de vista teórico, esta característica podría ser mejorada con éxito en un serie de ciclos de selección utilizando el método de selección recurrente.

3.1.6.2. Rhizoctonia oryzae.

En la figura N°23 se observa la baja incidencia de esta enfermedad en la población, en donde la media fue de 7.68 % de planta afectada (ver cuadro N° 3). Esta enfermedad denominada manchado confluyente de las vainas, es menos destructiva que Sclerotium. El daño que produce, al atacar las vainas y producir la muerte de hojas, puede producir esterilidad de granos cuando alcanza la hoja bandera. A diferencia de Sclerotium oryzae, la incidencia de esta enfermedad fue muy escasa, inclusive en áreas próximas al campo experimental.

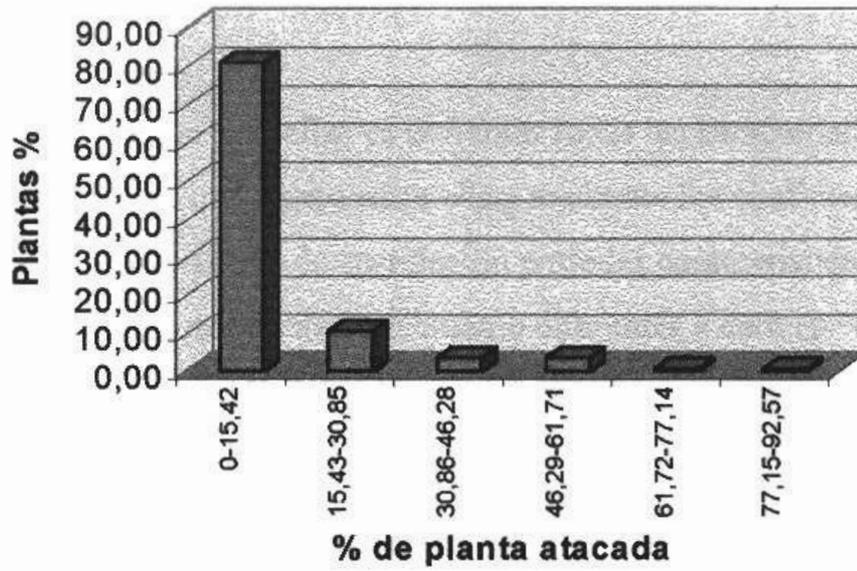


Figura N°23. Distribución de las plantas del GP-IRAT 10 para la característica incidencia de *Rhizoctonia oryzae*.

3.2. ANALISIS BIVARIADO

En este análisis lo que se realiza es enfrentar todas las características de modo de saber el grado de asociación que existe entre ellas, mediante los coeficientes de correlación. Todos los coeficientes de correlación entre las características, que se resaltan en el cuadro N° 4, fueron estadísticamente diferentes a cero ($p < 0.05$). El conocimiento del comportamiento del cultivo es importante para comprender la estructura de correlaciones mostradas en la cuadro N° 4. Como es de esperar hay características que están muy asociadas ya sea en forma negativa o positiva. A modo de ejemplo en el cuadro N° 4, se observa una alta y positiva relación entre peso total de granos con rendimiento (+0.98). Por otro lado existe una alta asociación negativa entre esterilidad e índice de cosecha (-0.93). En otras no existe ningún grado de asociación, siendo estas las que no se resaltan en la tabla antes mencionada, como por ejemplo la relación largo/ancho no se asocia con el ciclo a floración.

Es de destacar que si se analizan las correlaciones de la incidencia de *Sclerotium oryzae*, si bien no son de gran magnitud, se puede observar que no presentan coherencia alguna con lo esperado, por ejemplo, la correlación positiva entre nivel de ataque y granos llenos por panoja (+0.41) y la asociación negativa con esterilidad (-0.40). Debido a que no se analizó en profundidad si existía un nivel de resistencia o tolerancia de las plantas a la enfermedad cabe dos posibles explicaciones: 1) dado el momento en que se realizó la lectura de incidencia de la enfermedad (luego de cosecha) se podría suponer que el ataque se produjo tarde en el tiempo, debido a la condición de plantas aisladas, no afectando así el llenado de grano. 2) es posible que algunas plantas presentaran cierto grado de tolerancia a la enfermedad.

Cuadro N° 4. Coeficientes de correlación para las características analizadas.

	Ciclo	N°mac	Tmac	Altu.	T.HB	A.F.	N°pan	G/pan	Gll/p	Est.	P1000	M.S.	Rend.	I.C.	Rhiz.	Scler.	L/A	D alc	Pgtot	Pgvac	N°gll	N°gv.	
clo	1.00	-0.26	-0.15	+0.13	-0.13	+0.16	-0.28	-0.14	-0.19	+0.16	-0.08	-0.29	-0.37	-0.18	-0.05	-0.10	+0.08	+0.30	-0.40	-0.05	-0.36	-0.04	
mac		1.00	-0.035	+0.11	+0.20	-0.14	+0.97	-0.10	-0.17	+0.17	-0.15	+0.80	+0.32	-0.15	-0.04	-0.04	+0.21	-0.08	+0.45	+0.53	+0.35	+0.53	
mac			1.00	-0.16	-0.40	-0.04	-0.35	+0.01	+0.14	-0.17	+0.16	-0.30	-0.04	+0.16	+0.07	+0.03	-0.01	-0.13	-0.10	-0.27	-0.07	-0.29	
ltu				1.00	+0.19	+0.43	+0.09	-0.06	-0.05	+0.06	+0.21	+0.20	+0.02	-0.13	+0.02	+0.03	+0.27	+0.13	+0.04	+0.12	-0.03	+0.06	
HB					1.00	+0.17	-0.22	-0.03	+0.17	-0.21	+0.36	-0.14	+0.12	+0.19	-0.05	+0.13	+0.22	-0.17	+0.08	-0.24	+0.04	-0.29	
A.F.						1.00	-0.12	+0.26	-0.01	+0.10	+0.19	+0.08	-0.08	-0.11	+0.02	+0.09	+0.17	+0.03	-0.06	+0.17	-0.13	+0.14	
pan							1.00	-0.12	-0.20	+0.21	-0.16	+0.83	+0.30	-0.19	-0.06	-0.10	+0.21	-0.07	+0.43	+0.58	+0.33	+0.58	
pan								1.00	+0.41	-0.02	-0.17	+0.14	+0.21	+0.13	0.00	+0.17	-0.14	-0.12	+0.26	+0.18	+0.27	+0.22	
l/p									1.00	-0.88	+0.09	-0.02	+0.77	+0.88	-0.03	+0.41	-0.25	-0.17	+0.69	-0.64	+0.79	-0.63	
st.										1.00	-0.22	+0.12	-0.74	-0.93	-0.01	-0.40	+0.25	+0.16	-0.62	+0.80	-0.72	+0.79	
000											1.00	+0.03	+0.24	+0.22	+0.04	-0.03	+0.05	-0.17	+0.22	-0.20	+0.02	-0.28	
.S.												1.00	+0.39	-0.16	-0.04	-0.06	+0.17	-0.11	+0.53	+0.56	+0.38	+0.54	
nd													1.00	+0.76	-0.04	+0.31	-0.10	-0.22	+0.98	-0.39	+0.96	-0.40	
C.														1.00	+0.01	+0.40	-0.26	-0.19	+0.66	-0.73	+0.74	-0.72	
hiz															1.00	+0.12	-0.11	+0.11	-0.04	-0.01	-0.05	-0.02	
ler.																1.00	-0.05	-0.12	+0.27	-0.29	+0.33	-0.27	
/A																	1.00	-0.02	-0.05	+0.24	-0.12	+0.21	
alc																		1.00	-0.23	+0.05	-0.21	+0.06	
got																			1.00	-0.22	+0.95	-0.23	
vac																				1.00	-0.37	+0.97	
gll																					1.00	-0.36	
gv																							1.00

En color rojo se indican las correlaciones significativas $p < 0.05$.

3.3. ANALISIS MULTIVARIADO.

Se realizó un análisis de componentes principales presentándose en el cuadro N° 5 la proporción de la variación que retuvieron cada uno de ellos individualmente y en forma acumulada. Es de destacar que si bien muchos autores indican en los primeros componentes principales una mayor proporción de la variación explicada, el valor obtenido para este caso puede considerarse satisfactorio.

Cuadro N° 5. Proporción de la variación retenida por cada componente principal en forma individual y acumulada.

	% Variación retenida	% Variación acumulada
C.P. 1	24.71	24.71
C.P. 2	16.45	41.16
C.P. 3	12.28	53.44

Las variables de mayor peso en el componente principal 1 fueron: esterilidad, índice de cosecha y peso de los granos vacíos. En el segundo componente principal pesaron el número de panojas, la materia seca y el rendimiento, mientras que en el tercer componente , aunque con asociaciones mas débiles, se puede afirmar que las más importantes fueron aquellas relacionadas a la arquitectura de la planta (altura, tipo de hoja bandera y área foliar) y al tipo de grano, como relación largo/ancho y peso de 1000 granos (ver cuadro N° 6)

Cuadro N° 6. Variables que explican la variación de cada C.P.

Variables	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Ciclo	0.206141	0.541315	0.089215
Tipo Macollaje	-0.363439	0.305257	0.188020
Altura	0.165248	-0.127831	0.683707
Tipo Hoja Bandera	-0.356150	0.075455	0.636341
Area Foliar	0.124070	0.011920	0.651732
Número de Panojas	0.426960	-0.800490	-0.109778
Granos/Panojas	-0.071033	-0.220811	-0.036755
Esterilidad	0.917958	0.187333	0.042497
Peso1000granos	-0.318099	-0.063363	0.559501
Materia Seca	0.343775	-0.863972	0.074833
Rendimiento	-0.636651	-0.690535	-0.011794
Indice de Cosecha	-0.911902	-0.207940	-0.083884
Inc de Sclerotium	-0.457422	-0.157298	0.059083
Relación largo/ancho	0.309412	-0.104907	0.522284
Calidad	0.249834	0.312705	-0.078836
Peso granos vacíos	0.869451	-0.310551	0.047562
Eigenvalue	3.953703	2.633530	1.966225
Proporción del total	0.247106	0.164596	0.122889

Con los datos del cuadro N° 6, se realizó la figura N°24 donde se observa la distribución de las variables en función de los componentes principales 1 y 2. Este tipo de representación gráfica resulta muy útil ya que permite analizar simultáneamente las asociaciones que posee una variable con las demás, simplificando la interpretación de las mismas. Las asociaciones están determinadas por los ángulos comprendidos entre los vectores definidos para cada variable. Cuanto menor es el ángulo entre vectores mayor y positiva es la asociación, cuanto más se aproxima a 180° mayor es la asociación negativa. Angulos de 90° o muy próximos a este valor indican que las variables son independientes.

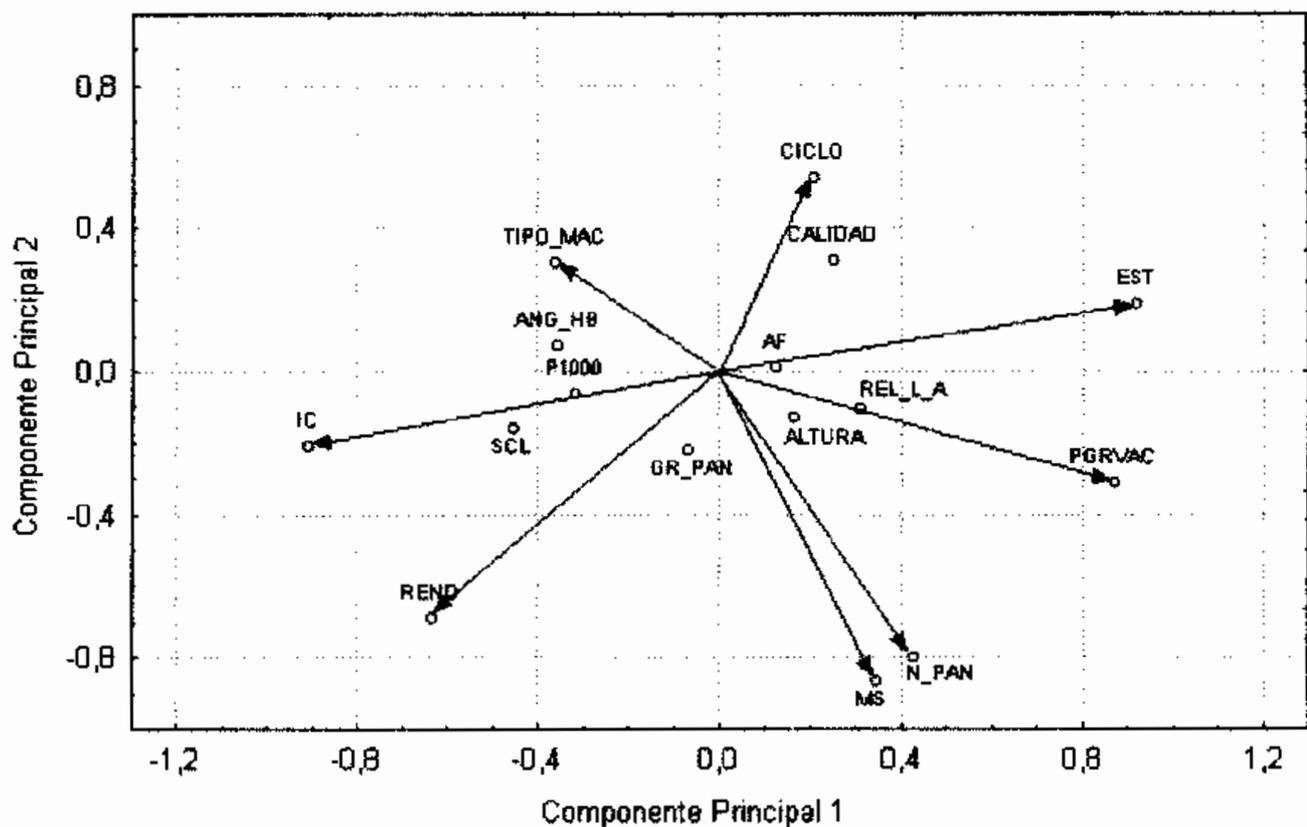


Figura N°24. Distribución de las variables, en función de los componentes principales 1 y 2.

De acuerdo a lo observado en la figura N° 23 y tomando en cuenta al peso que tiene cada variable para cada componente principal (ver cuadro N° 6), se analizó primero las asociaciones existentes para las variables de mayor peso en el componente 1, y luego las del componente 2.

La esterilidad tiene una asociación positiva importante, como era de esperar con el peso de granos vacíos, una asociación negativa, también esperable, e importante con índice de cosecha, este última a su vez asociado medianamente con rendimiento en forma positiva .

Las variables de peso en el componente 2, tienen una alta asociación positiva entre ellas y ambas una asociación negativa de baja magnitud con ciclo y tipo de

macollamiento. Con referencia a las citadas en el párrafo anterior, se podrían considerar independientes.

Es importante destacar, que al clasificarse los individuos por tipo de macollamiento con una escala que asignó el menor valor a el mejor individuo, esta asociación es esperable ya que los individuos con el peor tipo de macollaje se oponen a individuos con alto número de panojas y por ende alta materia seca. Características como esta y tipo de hoja bandera tendrían una alta asociación con rendimiento en condiciones de cultivo denso, lo contrario a este trabajo en donde se comportan como independientes por su condición de plantas aisladas

Una asociación media y negativa a destacar es la de rendimiento con ciclo, la cual se debe a que las plantas de ciclo muy largo tienen bajo rendimiento por las causas ya descritas para la variable ciclo en el análisis univariado.

En la figura N°25 realizada con los componentes 2 y 3, se observa una agrupación de características, las cuales se asocian positivamente entre ellas y son independientes al resto. Estas son las mencionadas características de arquitectura de planta y las referentes al tipo de grano

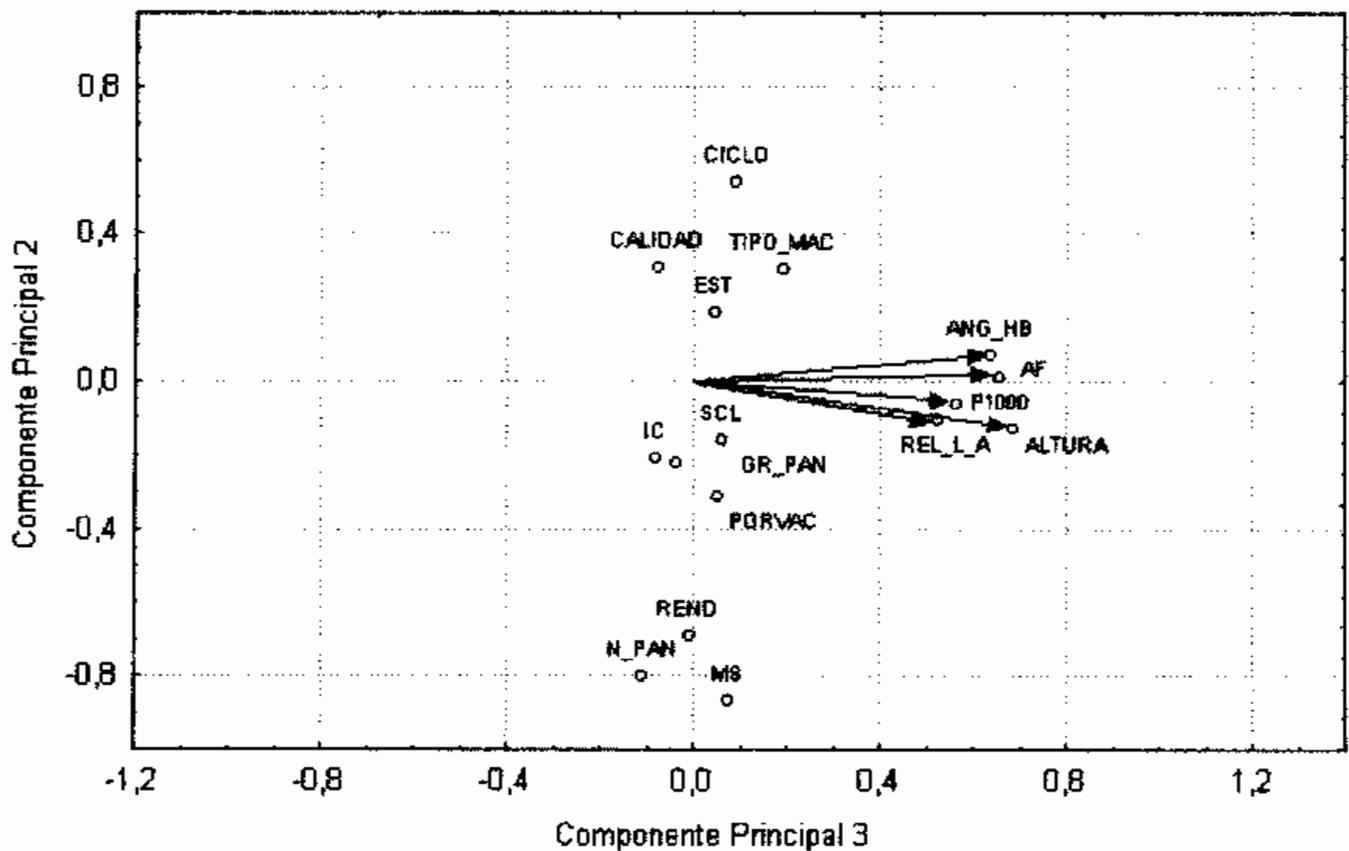


Figura N°25 .Distribución de las variables para los componentes principales 2 y 3

Para comprender la asociación de estas características se realizó la figura N° 25 donde se gráfica para los mismos componentes principales, la distribución de los individuos de la población y las variables en cuestión. Como se puede observar en la figura N°26, existe un grupo de individuos en la población, que adopta valores extremos para las variables en cuestión, este grupo es el delimitado por un círculo en el gráfico. Esto puede deberse a que como la población fue sometida a sólo un ciclo de recombinación, se mantengan aún ligamientos genéticos provenientes de alguno de los progenitores que le dieron origen.

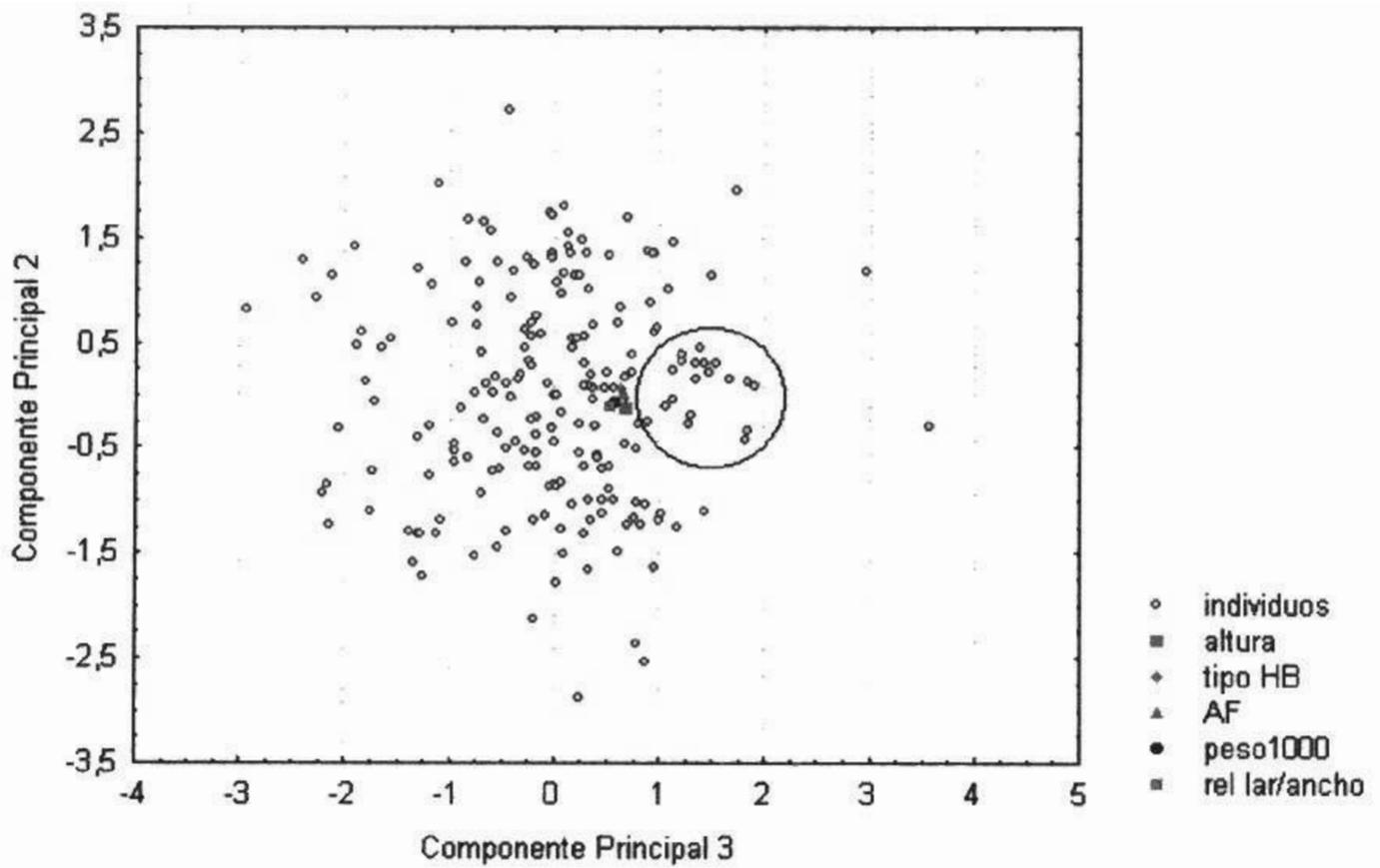


Figura N°26. Distribución de los individuos de la población y las variables, tipo de hoja bandera, altura, área foliar, peso de 1000 granos y relación largo ancho, para los componentes principales 2 y 3.

3.4. POSIBILIDADES DE USO

La población muestra gran variabilidad para las características de interés agronómico, encontrándose individuos con valores superiores a los promedios de las variedades comerciales hoy sembradas en el país. El problema surge al analizar los valores de ciclo a floración, que si bien fueron distorsionados como se describió en el análisis univariado, el valor mínimo registrado superó el límite que determina la adaptación del cultivo a la región este del país. Por lo tanto, no es posible la utilización de esta población directamente en un programa de selección recurrente, con el objetivo de obtener líneas productivas en el corto plazo. Sin embargo, al tratarse de un acervo genético sometido a pocas recombinaciones es posible que con los sucesivos ciclos de recombinación se encuentren en el largo plazo materiales más adaptados.

La presencia del gen de androesterilidad en la población, posibilita la introducción de germoplasma adaptado a nuestras condiciones, permitiendo mejorar características en el corto plazo. Es de destacar que la característica calidad culinaria, que no pudo ser evaluada por los métodos utilizados por el INIA, puede ser mejorada por este medio. Introduciendo materiales reconocidos por su calidad de grano, se limita la variabilidad de los individuos para esta característica, obteniéndose grandes progresos en el corto plazo.

4. CONCLUSIONES

De los resultados y discusión de este trabajo es posible extraer las siguientes conclusiones.

- Se encontró gran variabilidad dentro de la población para las características previamente definidas como relevantes a nivel agronómico. Para algunas de estas, los valores obtenidos fueron de sumo interés ya que superaron a los valores promedios de las variedades comerciales sembradas hoy en día en Uruguay.
- No todas las características mostraron valores de adaptación a nuestras condiciones ambientales, el caso más importante es el de ciclo a floración, característica para la cual no se encontraron valores aceptables.
- Las asociaciones entre características fueron las esperadas, con la salvedad de las encontradas para *Sclerotium oryzae* las que si bien no fueron de gran magnitud contradicen lo esperado. Es de destacar la asociación entre características de arquitectura de la planta con peso de los 1000 granos y relación largo ancho, la que puede atribuirse a ligamientos que se han mantenido hasta el momento, provenientes de uno de los progenitores que dan origen a esta población.
- Dentro de la población estudiada se encontraron plantas que poseían en buena medida, características de interés agronómico, además de ser androestériles, condición fundamental para en el futuro ingresarlas en un programa de Selección Recurrente. El objetivo de este será la inclusión de materiales adaptados que además de complementar, aporten características deseadas hoy faltantes en la población.

5. RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar una población de arroz, que posee un gen de androesterilidad recesivo, por las características productivas de mayor importancia para luego seleccionar los individuos superiores y así introducirlos en un programa de Selección Recurrente. En Uruguay, los programas de mejoramiento genético se encuentran limitados ya que existen dificultades para generar variabilidad, la cual es fundamental para la selección. Esto se debe a la sucesiva utilización de las mismas líneas progenitoras durante mucho tiempo y a la incapacidad de crear gran variabilidad mediante cruzamientos, por la limitante, que al no contar con individuos con androesterilidad los cruzamientos se realizan en forma manual lo que limita el número de ellos, y el número de progenitores participantes.

Por lo tanto, en este trabajo se propone la utilización de individuos androestériles, los que permiten un gran número de cruzamientos y la recombinación de diversas líneas progenitoras. De esta manera se logra una población totalmente heterogénea en donde se pueden encontrar individuos que presenten características productivas superiores a las hoy sembradas en la región. Los resultados obtenidos confirmaron la hipótesis planteada ya que se obtuvieron altos rangos de variabilidad para todas las características evaluadas. Sumado a esto se encontraron asociaciones importantes entre características de importante magnitud atribuibles a los pocos ciclos de recombinación que ha tenido la población. Es de destacar que estas asociaciones pueden ser totalmente diferentes en las próximas etapas ya que es probable que los ligamientos genéticos hoy en día encontrados, sean “rotos” con las próximas segregaciones genéticas. Como resultado final, la población aquí obtenida impulsa a continuar con las siguientes etapas del mejoramiento, con el objetivo de ir “introduciendo” y “fijando” genes, que mejoren la productividad del cultivo

6. SUMMARY

(270 words)

The aim of the following work is to characterize a rice population which possesses a sterility recessive gene, considering the main productive characteristics in order to later on select the superior individuals and introduce them to a programme of recurring selection. In Uruguay, genetic improvement programmes are limited because of the fact that there are difficulties to generate variabilities, which is vital for the selection. This is due to the successive use of the same progenitor lines over an extended period of time and the impossibility to create great variability through crossings, which due to the lack of sterile individuals are carried out by hand. This limits their number and the number of participating progenitors.

Therefore, this work puts forward the use of male sterile individuals which allow a greater number of crossings and the recombination of several progenitor lines. This way we obtain a completely heterogeneous population where one can find individuals which present superior productive characteristics compared to those seen in the area. The results obtained confirmed the hypothesis stated as high range of variability for all the characteristics evaluated was obtained. In addition important associations between characteristics of great magnitude due to the few cycles of recombination the population has had, have been found. It is important to highlight that these associations can be totally different in next stages as it is likely that the genetic linkages found at present, will be "broken" in the next genetic segregations. Consequently, the results obtained encourage us to continue with the following improvement stages, with the aim of "introducing" and "fixing" genes which will improve the productivity of rice.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, RW. 1960. Principles of plant breeding. Wiley, EE.UU, Nueva York. 485p
- ALVARADO A., JR. 1997. Mejoramiento de Arroz en Chile y Utilización de la Selección Recurrente. . In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 117-124.
- BORRERO, J; OSPINA, Y; GUIMARAES, EP; CHATEL, M. 1997. Ampliación de la Base Genética de los Acervos de Arroz, mediante la introducción de Variabilidad. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 55-66.
- CHATEL, M; GUIMARAES, EP. 1995. Selección Recurrente con Androesterilidad en Arroz. Motta, F (ed). Colombia, Cali, CIAT pp 1, 1-2, 2-3, 6-44, 67-68.
- CHATEL, M; GUIMARAES, EP; OSPINA, Y; BORRERO, J. 1997. Utilización de Acervos Genéticos y Poblaciones de Arroz de Secano que Segregan para un Gen de Androesterilidad. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 125-138.
- CHAVES, LJ. 1997. Criterios para Escoger Progenitores para un Programa de Selección Recurrente. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 13-24.
- COURTOIS, B; NELSON, R; ROUMEN, E. 1997. Creación de un Acervo Genético para Mejorar Resistencia Parcial a Piricularia en Arroz de Secano, mediante la Selección Recurrente. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 189-202.
- CUEVAS-PEREZ, F; GUIMARAES, E; BERRIO, L; GONZALES, D. 1992. Genetic Base of Irrigated Rice in America and the Caribbean, 1971 to 1989. Crop Science 32:1054-1059.
- GAMARRA, G. 1996. Arroz: Manual de Producción. Uruguay, Montevideo, Hemisferio Sur. 439 p.

- GERALDI, IO. 1997. Selección Recurrente en el Mejoramiento de Plantas. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 3-12.
- HALLAUER, AR. 1981. Selection and breeding methods; Plant breeding II. Frey, KJ (ed). Iowa State University Press, EE.UU, Iowa, Ames. pp 3-55.
- HARCH, BD; BASFORD, K E; DELACY, IH; LAWRENCE, PK; CRUICKSHANK, A. 1995. Mixed data types and the use of pattern analysis on the groundnut germplasm data. Genetic Resources and Crop Evolution 00:1-13.
- MORAIS. 1997. Tamaño Efectivo de la Población. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 25-44
- OSPINA, Y; BORRERO, J; GUIMARAES, EP; CHATEL, M. 1997. Ciclos de Intercruzamiento y Variabilidad en Poblaciones de Arroz. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 45-54.
- RANGEL, PHN; NEVES, PCF. 1995. Selecao Recorrente em Arroz Irrigado no Brasil: Guia Prático. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP. 24p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 53).
- RANGEL, PHN; NEVES, PCF. 1997. Selección Recurrente Aplicada al Arroz de Riego en Brasil. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 79-98.
- ZIMMERMANN, FJP. 1997. Estadística Aplicada a la Selección Recurrente. In Selección Recurrente en Arroz. Guimaraes, EP (ed). Colombia, Cali, CIAT. pp 67-78.

8. APENDICE

APENDICE 1. Progenitores, cruzamientos y frecuencias génicas que dan origen al gen pool GP-IRAT 10. Fuente el CIAT.

Progenitores	Cruzamientos	Frecuencia %
Anseatico	-	1.19
Bonnebell	-	2.60
Europa	-	1.19
Koral	-	1.19
R. B. Mutique Vercelli	-	2.60
Rocca	-	1.19
Sesia	-	1.19
Strella	-	1.19
Miara	-	14.41
6FMT	Lebonnet/CI19881/IR659-10-8-3	1.41
IRAT 112	-	1.41
L202	IR456-3-2-1-sel/72-3-2-2-7-8/L201	1.41
Lebonnet/L202	-	1.41
Mercury	Short Mars/Nato	1.41
Alan	Labelle/L201	1.92
Labelle	Belle Patna/Dawn	1.92
Mejanas 4	-	1.92
Rexmont	Newrex/ Bellemont	1.92
Skybonnet	Bluebelle/Belle Patna/Dawn	1.92
CNA-IRAT 5	-	19.00
Ariete	-	2.60
Delta	-	1.19
Italpatna	-	1.19
Lido	-	2.60
Rica	Nortai//CI9545/Nova	2.60
Senatore Novelli	-	1.19
Suia	-	1.19
Vitro	-	1.19
Cristalava	-	1.41
Indio	-	1.41
Katy	Bonet73/CI9722//Starbonnet/Tetap///Lebonnet	1.41
LA110	-	1.41
Mars	CI9580/Saturn	1.41
Nortai	Northrose/Tainan Iku 487	1.41
Arlesienne	-	1.92
ISCR 6	-	1.92
M 202	IR8/CS-M3*2//10-7*2//M101	1.92
Quilamapu	-	1.92
SKBT	-	1.92
Tebonnet	Bluebelle//Belle Patna/Dawn	1.92

APENDICE 2. Clasificación en androesteril o fértil, de los individuos del gen pool GP-IRAT 10 realizada en el campo. Se señalan las plantas improductivas.

N°	Clasificación	N°	Clasificación	N°	Clasificación	N°	Clasificación	N°	Clasificación	N°	Clasificación
1	A	51	A	101	A	151	A	201	F	251	F
2	A	52	A	102	A	152	F	202	F	252	F
3	F	53	F	103	A	153	A	203	A	253	A
4	F	54	Improductiva	104	F	154	F	204	F	254	A
5	A	55	Improductiva	105	A	155	A	205	A	255	A
6	F	56	F	106	A	156	F	206	A	256	Improductiva
7	A	57	F	107	A	157	F	207	A	257	A
8	A	58	A	108	A	158	A	208	F	258	Improductiva
9	A	59	A	109	A	159	F	209	Improductiva	259	F
10	Improductiva	60	F	110	A	160	F	210	A	260	F
11	A	61	F	111	A	161	F	211	F	261	F
12	A	62	A	112	A	162	A	212	A	262	A
13	A	63	F	113	A	163	F	213	A	263	A
14	A	64	F	114	A	164	F	214	A	264	F
15	A	65	F	115	F	165	F	215	F	265	F
16	F	66	F	116	F	166	F	216	F	266	A
17	A	67	F	117	F	167	A	217	Improductiva	267	A
18	A	68	F	118	A	168	Improductiva	218	F	268	F
19	F	69	F	119	F	169	A	219	Improductiva	269	A
20	A	70	A	120	Improductiva	170	A	220	F	270	A
21	F	71	A	121	A	171	A	221	F	271	A
22	F	72	F	122	A	172	A	222	F	272	A
23	Improductiva	73	A	123	F	173	F	223	F	273	A
24	A	74	A	124	F	174	F	224	F	274	Improductiva
25	F	75	F	125	A	175	F	225	F	275	A
26	A	76	A	126	A	176	F	226	A	276	A
27	A	77	F	127	F	177	A	227	A	277	A
28	F	78	A	128	F	178	A	228	A	278	A
29	A	79	A	129	F	179	A	229	A	279	F
30	F	80	A	130	F	180	A	230	F	280	Improductiva
31	Improductiva	81	A	131	F	181	A	231	F	281	A
32	F	82	A	132	A	182	F	232	Improductiva	282	A
33	F	83	A	133	A	183	A	233	A	283	A
34	F	84	A	134	Improductiva	184	A	234	A	284	Improductiva
35	A	85	A	135	A	185	A	235	F	285	A
36	F	86	F	136	A	186	A	236	A	286	A
37	F	87	A	137	A	187	A	237	F	287	A
38	F	88	A	138	A	188	F	238	F	288	A
39	A	89	A	139	F	189	A	239	A	289	F
40	A	90	Improductiva	140	A	190	A	240	F	290	F
41	F	91	F	141	A	191	F	241	A	291	F
42	A	92	A	142	A	192	A	242	A	292	A
43	A	93	A	143	F	193	F	243	A	293	F
44	A	94	F	144	F	194	F	244	A	294	A
45	Improductiva	95	A	145	A	195	Improductiva	245	F	295	A
46	F	96	F	146	A	196	F	246	A	296	F
47	A	97	A	147	F	197	A	247	F	297	F
48	F	98	A	148	A	198	A	248	Improductiva	298	F
49	F	99	A	149	F	199	F	249	A	299	F
50	A	100	A	150	A	200	F	250	A	300	F

Donde: A → androesteril y F → fértil

APENDICE 3. Método de calculo de las variables.

1) Calculo de ciclo a floración

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Plantas	1 a 149	150 a 263	264 a 300
siembra	10-oct	19-oct	24-oct
Octubre	21	12	7
Noviembre	30	30	30
Diciembre	31	31	31
Enero	31	31	31
Total	113	104	99

Nota: Esto es hasta el 31 de enero. luego se le suman los días de febrero.

2) Número de Panojas:

Es igual al número de tallos analizados en Rhizoctonia y Sclerotium.

En estos últimos solo se analizaron los tallos que tenían panojas

1tallo = 1 panoja

3)Granos por Panoja

Dato de granos: Número de granos llenos + número de granos vacíos

Granos llenos: contados por maquina

Granos vacíos: Calculado por regla de tres

30granos vacíos ----- Pesaron z (se pesaron en balanza)

Dato que se calcula ----- Peso total de granos vacíos (pesados en balanza)

Dato de panojas: Salió del número de panojas, que es el mismo que los tallos analizados para enfermedades

4) Rend/planta

El dato es el mismo que el de peso de grano lleno

5) Peso de 1000 granos

Se hizo por regla de tres

Se saco el dato del peso total y el numero de granos y con eso se calculo el peso de los 1000

peso total

Nº de granos totales

Dato

1000 granos

6) % Esterilidad

Número de granos vacíos/totales*100

7) I.C.:

I.C.= peso de granos llenos/ MS de planta

APENDICE 4. Datos estadísticos para todas las características analizadas

	Promedio	Mediana	Moda	Desvío	Varianza	N	Máximo	Mínimo
ciclo	122.6	123	125	7.18	51.52	235	137	106
N° mac.	24.79	23	20	9.25	85.53	279	54	5
Tip mac	2.77	3	3	1.15	1.32	298	5	1
Altura	106.43	106.85	102.8	11.04	121.94	300	138.20	65.10
Tip HB	3	3	3	1.16	1.35	280	5	1
A.F	61.17	60.37	45.25	15.24	232.26	280	117.25	24.47
N° pan	24.78	23	20	9.05	81.88	279	54	5
G/pan	134.26	131.14	112.87	33.37	1113.54	247	278.36	33.87
Gll/pan	65.63	62.26	58.27	39.12	1530.07	247	195.13	1.18
% Est	50.93	49.77	78.19	25.65	657.86	247	99.34	4.69
P 1000	25.25	24.93	27.47	3.86	14.92	247	44.67	15.80
M.S.	133.23	124.10	110.10	57.14	3265.33	278	416.40	18.90
Rend.	40.21	35.93	30.23	26.12	682.03	247	130.93	0.50
I.C.	30.54	31.50	s/d	16.35	267.42	246	64.64	0.52
Inc Rhiz	7.68	0.00	0.00	15.43	237.98	279	80.50	0.00
Inc Scl	54.13	54	50	11.94	142.51	279	100	30.15
L/A	3.18	3.17	2.90	0.35	0.12	278	4.19	1.95
Calidad	3.87	3.75	2	1.26	1.58	275	7	1.75
Ptot gra.	48.05	42.88	35.72	24.69	609.50	247	139.03	4.25
P gra ll.	40.18	35.75	30.23	26.12	682.18	247	130.93	0.5
P gra v.	7.80	6.58	8.55	5.31	28.25	247	32.79	0.32
N° gra ll	1585.76	1425	937	1019.03	1038430	247	5270	26
N° gra v	1797.48	1488	1645	1329.67	1768019	247	8133	64

APENDICE 5. Datos meteorológicos de 1996-1997 y serie histórica 1972-1997

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Annual
Temperatura (°C)													
Media	8,2	13,3	12,9	17,2	20,2	22,4	24,9	22,0	20,3	17,4	14,3	11,5	
Maxima media	14,5	20,0	18,4	22,8	26,2	28,5	31,8	27,8	27,1	24,3	21,2	16,0	
Minima media	1,9	7,2	8,2	12,3	13,7	16,2	18,4	16,3	14,2	11,6	8,0	6,8	
Heladas (dias)	11,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,0	17,0
Heliofania													
Media diaria (horas)	5,6	5,9	5,5	6,4	8,9	8,3	9,0	6,7	8,3	6,6	6,6	4,5	
Viento (2m)													
Velocidad media(k/h)	4,2	7,5	10,7	9,2	9,6	9,1	12,1	9,9	6,6	6,9	6,3	9,4	
Precipitacion (mm)	26,5	110,3	172,4	49,1	92,8	55,9	31,5	109,6	82,3	98,7	72,9	109,5	1011,5
Dias de lluvia	4,0	6,0	15,0	13,0	7,0	11,0	7,0	11,0	7,0	8,0	5,0	10,0	104,0
Evaporacion Tanque A													
Total mensual	47,6	71,6	88,2	121,5	191,3	211,2	263,2	160,3	144,2	111,9	70,7	44,0	1525,7

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Annual
Temperatura (°C)													
Media	10,6	11,9	13,4	16,3	18,6	21,6	22,7	22,0	20,6	17,3	13,7	10,0	
Maxima media	16,1	17,8	19,2	22,3	25,0	27,9	29,5	28,3	27,0	23,6	20,0	16,6	
Minima media	5,4	6,5	7,9	10,3	12,2	14,4	16,6	16,6	14,8	11,4	8,1	5,3	
Heladas (dias)	4,4	2,0	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	4,0	12,4
Heliofania													
Media diaria (horas)	4,7	5,4	6,0	7,0	8,1	8,5	8,6	7,5	7,4	6,4	5,7	4,9	
Viento (2m)													
Velocidad media(k/h)	6,4	6,8	8,1	7,8	8,2	8,0	8,0	7,0	5,7	5,9	5,6	5,9	
Precipitacion (mm)	144,8	91,4	109,9	96,5	106,2	85,6	116,0	164,3	95,0	87,2	102,0	106,8	1305,6
Dias de lluvia	10,2	9,4	10,2	10,2	8,5	8,1	8,2	10,5	8,9	8,8	9,2	10,6	112,8
Evaporacion Tanque A													
Total mensual	49,6	66,5	88,0	129,7	163,9	207,5	210,7	154,8	137,4	94,1	62,9	45,1	1409,0

APENDICE 6. Dispersión en álcali para las variedades: Tacuarí, El paso 144 y Blue Belle. Se presentan los valores de los granos que fueron colocados en las estufas de 60° y 105° con tres repeticiones.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7
Tacuari A 105			1	4	1		
Tacuari B 105					1	5	
Tacuari C 105		1		3		2	
Tacuari A 60		6					
Tacuari B 60		5	1				
Tacuari C 60		6					
El Paso A 105		6					
El Paso B 105						3	3
El Paso C 105			1				5
El Paso A 60		1					
El Paso B 60		2					
El Paso C 60		1					
B.Belle A 105						6	
B.Belle B 105					1	5	
B.Belle C 105					3	3	
B.Belle A 60		4			1		1
B.Belle B 60		2	1		3		
B.Belle C 60		2	3	1			