

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**CURVAS DE ACUMULACION DE LA MATERIA SECA Y LA COMPOSICION DEL
RENDIMIENTO EN DOS CULTIVARES DE ARROZ DE ALTO POTENCIAL, FRENTE A
DISTINTAS SITUACIONES DE ENFERMEDAD Y FERTILIZACION NITROGENADA.**

por **Andrés Joaquín BARREIRA CABRERA**
y **Federico PATRON CRUZ**

Andrés Joaquín BARREIRA CABRERA
Federico PATRON CRUZ

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1999**

Tesis aprobada por:

Director: Fernando Blas Pérez de Vida
Nombre completo y firma

Fernanda Gamba
Nombre completo y firma

Carlos Pérez
Nombre completo y firma

Fecha

Autores: Andrés Joaquín Barreira Cabrera
Nombre completo y firma

Federico Patrón Cruz
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de tesis, Ing. Agr. Fernando Perez de Vida, por su apoyo y contribución para la realización de este trabajo.

Al Ayudante especializado en Fitopatología Luis A. Casales y a Pablo Medina por el aporte realizado.

Al Ing. Agr. Alvaro Roel y a la Ing. Agr. Stella Avila por la colaboración prestada.

Al cuerpo técnico, Personal administrativo, Personal de campo y Personal de limpieza de INIA Treinta y Tres, por las molestias ocasionadas y su amable atención.

Por último, un agradecimiento muy especial a nuestros padres, familiares y amigos, por el apoyo brindado en este trabajo y durante nuestros años de estudio

A todos, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VII
 I. INTRODUCCIÓN.....	 1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
A. CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL CULTIVO.....	3
1. <u>Fase vegetativa</u>	3
2. <u>Fase reproductiva y maduración (llenado de grano)</u>	5
B. INDICE DE AREA FOLIAR Y FOTOSINTESIS	8
C. RELACIÓN FOSA-FUENTE Y RENDIMIENTO POTENCIAL.....	9
D. COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	11
1. <u>Generalidades</u>	11
2. <u>Número de panojas por unidad de área</u>	12
3. <u>Número de granos por panoja</u>	14
4. <u>Porcentaje de esterilidad</u>	14
5. <u>Peso de grano</u>	16
E. INDICE DE COSECHA.....	17
F. CALIDAD INDUSTRIAL.....	18
G. ENFERMEDADES DE TALLO.....	20
1. <u>Mancha agregada de vaina (<i>Rhizoctonia oryzae sativae</i>)</u>	20
a. Síntomas.....	21
b. Ciclo de la enfermedad	21
2. <u>Podredumbre de tallos (<i>Sclerotium oryzae</i>)</u>	22
a. Síntomas.....	23
b. Ciclo de la enfermedad.....	23
H. NITROGENO Y ENFERMEDADES DEL TALLO.....	25
 III. MATERIALES Y METODOS.....	 27
A. UBICACIÓN.....	27
B. SUELO	27
C. DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO	27
1. <u>Variedades</u>	27
2. <u>Tratamientos</u>	28
a. Factor enfermedad.....	28
b. Factor nitrógeno.....	28
3. <u>Muestreos</u>	29
D. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
E. MANEJO.....	30
F. DETERMINACIONES Y REGISTROS.....	31
1. <u>Durante el ciclo de crecimiento</u>	31
a. Evolución de la materia seca.....	31
b. Evolución del área foliar.....	32

c. Evolución del llenado de grano.....	32
2. <u>En la cosecha</u>	33
a. Rendimiento y componentes.....	33
b. Calidad industrial.....	33
c. Índice de Cosecha.....	33
d. Determinación de índices de severidad de las enfermedades.....	34
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	35
A. <u>FISIOLOGIA DE LOS CULTIVARES DURANTE EL CICLO DE CRECIMIENTO</u>	35
1. <u>Generalidades de los factores externos que influyen en el desarrollo del cultivo</u>	35
a. Clima.....	35
b. Manejo.....	35
c. Enfermedades y plagas.....	36
2. <u>Duración del ciclo</u>	36
3. <u>Evolución del macollaje</u>	36
4. <u>Evolución y partición de la materia seca</u>	38
a. Materia seca total.....	38
b. Materia seca de vainas.....	43
c. Materia seca de tallos.....	45
d. Materia seca de hojas.....	47
e. Materia seca de panojas.....	50
5. <u>Índice de Área Foliar</u>	53
6. <u>Índice de cosecha</u>	56
B. <u>EVOLUCIÓN DEL LLENADO DE GRANOS</u>	57
C. <u>RENDIMIENTO Y COMPONENTES</u>	67
1. <u>Rendimiento</u>	67
2. <u>Panojas por metro cuadrado</u>	69
3. <u>Granos por panoja</u>	71
4. <u>P1000 granos</u>	73
5. <u>Porcentaje de esterilidad</u>	74
D. <u>ENFERMEDADES DE TALLO</u>	77
1. <u>Podredumbre de tallo (<i>Sclerotium oryzae</i>)</u>	77
2. <u>Mancha agregada de vaina (<i>Rhizoctonia oryzae sativae</i>)</u>	79
E. <u>CALIDAD DE GRANO</u>	81
1. <u>Blanco total</u>	81
2. <u>Porcentaje de entero</u>	83
3. <u>Porcentaje de yesado</u>	84
V. <u>CONCLUSIONES</u>	86
VI. <u>RESUMEN</u>	90
VII. <u>SUMMARY</u>	92
VIII. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	93

IX. <u>APENDICE</u>	97
---------------------------	----

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

Cuadro N°

1. Análisis de suelo.....	27
2. Manejo de la fertilización nitrogenada.....	28
3. Evolución del Número de tallos en ambas variedades.....	38
4. Evolución de la Materia seca total en ambas variedades.....	41
5. Evolución de la Materia seca de vainas en ambas variedades.....	44
6. Evolución de la Materia seca de tallos en ambas variedades.....	47
7. Evolución de la Materia seca de hojas en ambas variedades.....	50
8. Evolución de la Materia seca de panojas en ambas variedades.....	52
9. Evolución del IAF en ambas variedades.....	54
10. Comparación de la evolución del IAF entre Porto y Castro, Baez y Toledo, y Barreira y Patrón.....	55
11. Evolución del P1000 granos en ambas variedades.....	59
12. Evolución del Porcentaje de esterilidad en ambas variedades.....	62
13. Evolución del Peso por panoja en ambas variedades.....	64
14. Evolución del Número total de granos en ambas variedades.....	66
15. Correlaciones entre componentes de rendimiento en ambas variedades.....	77

Figura N°

1. Diseño de la parcela menor.....	30
2. Procedimiento seguido en cada muestreo.....	31
3. Evolución del Número de tallos en Tacuarí.....	36
4. Evolución del Número de tallos en El Paso 144.....	37

5. Evolución de la Materia seca total en Tacuarí.....	39
6. Evolución de la Materia seca total en El Paso 144.....	40
7. Evolución de los componentes de la Materia seca total en forma relativa en Tacuarí.....	42
8. Evolución de los componentes de la Materia seca total en forma relativa en El Paso 144.....	42
9. Evolución de Materia seca de vaina en Tacuarí.....	43
10. Evolución de Materia seca de vaina en El Paso 144.....	44
11. Evolución de Materia seca de tallos en Tacuarí.....	45
12. Evolución de la materia seca de tallos en El Paso 144.....	46
13. Evolución de la Materia seca de hojas en Tacuarí.....	48
14. Evolución de la Materia seca de hojas en El Paso 144.....	49
15. Evolución de la Materia seca de panojas en Tacuarí.....	51
16. Evolución de la Materia seca de panojas en El Paso 144.....	52
17. Evolución del índice de área foliar en Tacuarí.....	53
18. Evolución del índice de área foliar en El Paso 144.....	54
19. Estudio comparado del índice de cosecha entre Porto y Castro, Baez y Toledo, y Barreira y Patrón.....	56
20. Evolución del P1000 granos llenos en Tacuarí.....	57
21. Evolución del P1000 granos llenos en El Paso 144.....	58
22. Evolución del P1000 totales en ambas variedades en valores relativos al peso máximo = 100 %.....	59
23. Evolución del Porcentaje de esterilidad en Tacuarí.....	60
24. Evolución del Porcentaje de esterilidad en El Paso 144.....	61
25. Evolución del Peso por panoja en Tacuarí.....	63
26. Evolución del Peso por panoja en El Paso 144.....	63

27. Evolución del Número total de granos por panoja en Tacuarí	65
28. Evolución del Número total de granos por panoja en El Paso 144.....	65
29. Rendimiento de Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.	67
30. Rendimiento de El Paso 144 en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.....	68
31. Número de panojas por metro cuadrado en Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.....	69
32. Número de panojas por metro cuadrado en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.....	70
33. Número de granos por panoja en Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno	71
34. Número de granos por panoja en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.....	72
35. P1000 granos en Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.....	73
36. P1000 granos en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.....	74
37. Porcentaje de esterilidad en Tacuarí en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.....	75
38. Porcentaje de esterilidad en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.....	75
39. Temperatura mínima y crítica diaria ocurridas en los 15 días prefloración en ambas variedades.	77
40. Incidencia de <i>Sclerotium oryzae</i> en función del nitrógeno para las dos variedades	78
41. Incidencia de <i>Sclerotium oryzae</i> en función del factor enfermedad para las dos variedades.....	79
42. Incidencia de <i>Rhizoctonia oryzae sativae</i> en función del factor nitrógeno para las dos variedades.....	80

43. Incidencia de <i>Rhizoctonia oryzae sativae</i> en función del factor enfermedad para las dos variedades	81
44. Porcentaje de Blanco total en función del factor nitrógeno para las dos variedades.	82
45. Porcentaje de Blanco total en función del factor enfermedad para las dos variedades.....	82
46. Porcentaje de Entero en función del factor nitrógeno para las dos variedades.	83
47. Porcentaje de Entero en función del factor enfermedad para las dos variedades.	84
48. Porcentaje de Yesado en función del factor nitrógeno para las dos variedades.....	85
49. Porcentaje de Yesado en función del factor enfermedad para las dos variedades.....	85

I. INTRODUCCION.

El sector agropecuario es una de las mayores riquezas del país. Dentro de éste, el sector agrícola tiene una importante participación incluyéndose en el mismo al cultivo de arroz.

En las últimas décadas el cultivo de arroz ha logrado un gran dinamismo e importancia económica. El mismo presenta un crecimiento sostenido en la superficie sembrada y en los rendimientos obtenidos, alcanzando en la zafra 1996/97 una superficie de 155.000 has. y un rendimiento récord de 6670 kg./ha (ACA). Esto tiene como consecuencia un incremento en los volúmenes de producción y exportación, a tal punto que es después de la carne y la lana, el tercer rubro generador de ingresos en términos de exportaciones agropecuarias.

El sector arrocerero presenta un carácter exportador reconocido por la calidad del producto en el mercado internacional.

El 90% de la producción se destina al mercado externo, y el resto se destina al mercado interno ya sea para consumo humano, producción de semilla y subproductos (ACA).

En contraste con el trigo y el maíz, el 85% de la producción mundial de arroz se destina al consumo humano.

Solo un 5% de la producción mundial de arroz se destina al comercio internacional. Dentro de este marco, Uruguay representa aproximadamente el 4% a nivel de países exportadores siendo el principal exportador de América del Sur.

El comercio a nivel regional adquiere gran importancia a través del MERCOSUR, ya que Brasil representa el 80% de las exportaciones de arroz del Uruguay. Por otra parte, el aumento de la participación de Argentina en el mercado regional lo transforma en un importante competidor del arroz Uruguayo en el mercado de Brasil.

Obtener altos rendimientos y mejorar la calidad del arroz, permitirán lograr mayor competitividad de Uruguay frente a terceros países. En tal sentido, la Estación Experimental del Este de INIA Treinta y Tres por medio de la investigación, ha sido responsable de los avances obtenidos en la creación de cultivares y medidas de manejo, que han permitido el desarrollo del sector.

A partir del año 1986 surge la variedad El Paso 144 la cual presenta mayor rendimiento que la variedad Bluebelle, pero de menor calidad industrial. Frente a la necesidad de mantener la calidad del grano para abastecer mercados más exigentes que el Brasil, se buscó la creación de nuevas variedades que cumplieran con dos aspectos fundamentales: altos rendimientos y buena calidad entre las que surge INIA Tacuarí.

Ambas variedades son las más importantes en la actualidad, representando el 90 % del área del cultivo de arroz del país (60 % El Paso 144 y 30 % Tacuarí), de acuerdo a una estimación realizada por Comisión Sectorial del Arroz para la zafra 1998-1999.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las curvas de acumulación de la materia seca y la composición del rendimiento de dos cultivares de características diferentes como El Paso 144 y Tacuarí, frente a distintas situaciones de enfermedad y fertilización nitrogenada, las cuales afectarían el IAF, la producción total de materia seca y la curva de llenado de grano.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

A. CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL CULTIVO.

El crecimiento tiene dos aspectos: la producción de materia seca (cambio cuantitativo) y las fases de desarrollo durante la ontogénesis (cambio cualitativo). El crecimiento puede ser considerado como el incremento en peso de la planta con la edad (Tanaka, 1976).

Según Tanaka, A. (1976), la curva de crecimiento de la planta de arroz no puede ser expresada por una simple fórmula, porque: A) la fluctuación estacional de las condiciones ambientales son a menudo irregulares e impredecibles, y también B) el desarrollo de las fases de crecimiento. La ontogénesis de la planta de arroz es generalmente considerada en tres fases: vegetativa, reproductiva y maduración (llenado de grano) (Tanaka, 1976).

1. Fase vegetativa.

Según Tanaka, A. (1976), la fase vegetativa va desde la germinación hasta la etapa de primordio de panoja (iniciación de la mayoría de los macollos). En esta fase se determina el número de macollos que equivale al número potencial de panojas, también se determina el estado de las hojas que funcionan durante la etapa reproductiva (De Datta, 1986).

La máxima cantidad de macollos se alcanza aproximadamente al mes del transplante decreciendo posteriormente a causa de la muerte de los últimos que emergieron, por resultar perjudicados en la competencia por luz y nutrientes. La mayoría de los nutrientes de los macollos que no prosperan son traslocados a otros (Murata y Matsushima, 1975).

Baez y Toledo (1998), trabajando con un grupo de cultivares, entre ellos INIA Tacuarí y El Paso 144, indican que los cultivares que obtienen mayor cantidad de tallos por metro cuadrado en pleno macollaje son los que experimentan la mayor tasa de descenso en el número de tallos hasta madurez y los de menor macollaje son los que experimentan los menores descensos hasta madurez. Los materiales muy macolladores presentan una competencia más aguda y anticipada en el ciclo por espacio, luz y nutrientes entre tallos productivos y no productivos.

Por otra parte Castro y Porto (1994), en un ensayo que también incluía a INIA Tacuarí y El Paso 144 entre otras variedades, señalan que todos los cultivares llegaron al máximo número de macollos al final de la fase vegetativa, destacándose El Paso 144 el cual tuvo mayor número que los demás. A partir de primordio floral todos tuvieron un descenso hasta inicio de floración y luego se mantuvieron constantes hasta la madurez fisiológica. Al final del ciclo no hubieron diferencias significativas entre cultivares, a pesar de la tendencia de El Paso 144 de tener un mayor número de

macollos. A su vez, El Paso 144 fue el que tuvo un menor porcentaje de macollos que llegaron a dar panoja.

La iniciación de primordio de macollo no está sujeta a la influencia del ambiente, pero su emergencia y desarrollo se ven muy influidos por el suministro de nitrógeno, radiación solar y temperatura. De estos el más importante es el contenido de nitrógeno en la planta, siendo necesaria una concentración superior al 3,5% para que exista un macollaje activo, y por debajo de un 1,5% comienza a ocurrir la muerte de los mismos (Ishizuka y Tanaka, 1963; citado por Murata y Matsushima, 1975).

Durante la fase vegetativa, el incremento del Índice de área foliar (IAF) está determinado por dos factores: el incremento del número de macollos y el tamaño de las hojas sucesivas. Por lo tanto, el principal contribuyente al IAF es el primero en las variedades muy macolladoras mientras que es el segundo lo es en las poco macolladoras (Tanaka y col., 1964; citado por Murata y Matsushima, 1975).

Considerando los distintos factores ambientales, se observó que la fertilización nitrogenada provocaba el efecto más marcado sobre el IAF, incidiendo sobre los dos componentes (Murata y Matsushima, 1975). La aplicación de nitrógeno inmediatamente antes de la iniciación de la panoja es la que tiene mayor incidencia.

Los mismos autores indican que la influencia de la radiación solar sobre el IAF puede explicarse como una adaptación de las plantas a desarrollar hojas finas y largas cuando la luz es débil. En tanto, las radiaciones solares demasiado bajas estarían limitando el incremento del IAF.

Sato, 1947 citado por Kumura, 1995, indica que las grandes fosas de una planta individual a esta etapa son hojas jóvenes. Esto significa que la mayoría de la materia seca producida por fotosíntesis es usada para la formación y crecimiento de hojas, como resultado el IAF aumenta rápidamente al igual que la tasa de crecimiento del cultivo.

En tanto, Murata y Matsushima, 1975, señalan que existe una correlación estrecha y positiva entre la capacidad fotosintética de las hojas y la tasa de crecimiento relativo de plantas de arroz muy jóvenes. Mientras tanto, en los cultivos de arroz que poseen un bajo IAF, este frecuentemente es el factor más importante para la producción de materia seca, con una menor participación del efecto de la capacidad fotosintética. A medida que se incrementa el IAF su efecto es progresivamente menor.

Yoshida 1972; citado por Murata y Matsushima, 1975, revisando distintos trabajos indica que el IAF óptimo oscila entre 4 y 7.

Monsi y Saeki (1953) citado por Murata y Matsushima (1975), reportan que al incrementarse el IAF el coeficiente de extinción de la población de plantas y la actividad fotosintética de hojas adquieren un rol cada vez más importante en la fotosíntesis de la comunidad vegetal. Su ecuación mostró que la distribución de la luz

en la población de plantas depende del IAF y del coeficiente de extinción, el cual se determina fundamentalmente por el ángulo de las hojas. A medida que el coeficiente de extinción es menor, más uniforme es la distribución de la luz dentro de la comunidad y existe menor saturación de luz de la fotosíntesis de hojas individuales.

Según Tsunoda (1959, 1962, 1964), citado por Murata y Matsushima (1975) el espesor y la distribución espacial de las hojas también son importantes, indicando un tipo de planta ideal para el arroz la cual posee hojas pequeñas, gruesas y erectas, distribuidas muy próximas entre sí. Con similares valores de IAF, las poblaciones con muchas hojas pequeñas son superiores a aquellas que poseen pocas hojas grandes.

2. Fase reproductiva y maduración (llenado de grano).

La fase reproductiva va desde la etapa de diferenciación de primordio de panoja hasta la etapa de floración (Tanaka, 1976). La duración de dicha fase es claramente constante en torno a los 25 días, independientemente de la variedad, aunque es un tanto más corta cuando la temperatura es alta.

La fase de maduración va desde la floración a la madurez. La duración de esta fase es casi constante entre variedades. En los trópicos ocurre en el entorno de los 25-30 días, cuando en áreas templadas, la temperatura, especialmente durante la última parte de ésta etapa es generalmente baja, la duración puede ser de 60 días o más.

Por otra parte, Castro y Porto (1994), señalan que la diferencia en la duración del ciclo total entre cultivares de ciclo corto y ciclo medio estuvo dado únicamente por la duración del período reproductivo, mientras que la diferencia entre ciclos medios y largos, estuvo dada principalmente por la duración del período de llenado de grano y en menor medida por la duración del período vegetativo.

En condiciones locales, García y Pintos (1997), señalan que el proceso de llenado de grano presenta la máxima tasa de acumulación de carbohidratos entre los 10 y los 30 días post floración para los cultivares de ciclo corto, INIA Tacuarí e INIA Yermal, mientras que para los cultivares de ciclo largo, INIA Caraguatá y El Paso 144, se presenta desde floración hasta los 30 días post floración, siendo luego menor la acumulación para todos los cultivares hasta alcanzar el máximo peso de mil granos a los 40 días post floración.

Por otra parte, durante la fase reproductiva se determina el número y tamaño de los granos, así como el estado de las hojas que contribuyen a la maduración (Tanaka, 1976; citado por De Datta, 1986).

En el momento de la etapa vegetativa donde el crecimiento vegetativo fue vigoroso, la mayoría de los fotosintatos fueron consumidos para sintetizar proteína, polisacáridos estructurales, lignina, etc.; solo una pequeña parte de ellos se convirtió en almidón y fue reservado en tallos y vainas foliares (Togari, 1954, citado por

Kumura, 1995). Alrededor de la etapa de iniciación de la panoja, sin embargo, parte de los fotosintatos reservados como almidón y azúcares en tallos y vainas foliares comienzan a incrementarse.

Según Kumura, 1995, los carbohidratos de los granos provienen de dos orígenes. Uno es producido por fotosíntesis en el periodo de llenado (fotosintatos en curso), y el otro es el de los carbohidratos almacenados en tallos y vainas foliares antes de floración.

Los carbohidratos como azúcares y almidón comienzan a acumularse rápidamente alrededor de dos semanas previas a la floración en la parte vegetativa de las plantas, principalmente en la vaina de la hoja y el tallo, logrando próximo a la floración el contenido máximo (Yoshida, 1981). La fotosíntesis durante la madurez contribuye en los carbohidratos del grano entre 60 y 100 %.

Kumura, 1995, indica que los fotosintatos producidos en el momento de llenado son transportados y almacenados en las panojas predominantemente. Además de los fotosintatos en curso, los carbohidratos almacenados en órganos vegetativos, especialmente en tallos y vainas foliares, son también movilizados y transportados a las panojas. Debido a esto, el contenido de carbohidratos en tallos y vainas foliares disminuye en etapas tempranas de la fase de llenado.

Según Yoshida, 1972; citado por Murata y Matsushima, 1975, los cambios en los pesos secos de las hojas y tallos se dan aproximadamente paralelos a los de los carbohidratos almacenados. A su vez, el incremento en peso seco de la panoja resulta casi igual a la suma del aumento del peso seco total y a la disminución de los carbohidratos almacenados después del panojamiento. Esto indicaría que los carbohidratos almacenados antes de ésta última fase se translocan eficientemente a la inflorescencia luego de la antesis.

La contribución del almacenamiento previo al panojamiento al rendimiento de grano es variable, situándose entre 0 y 90 % en casos extremos, pero generalmente se sitúa entre 20 y 40 % (Murata y Matsushima, 1975). A su vez, es más bajo con altos niveles de aplicación de fertilizante y mayor con una variedad de ciclo más largo (Yoshida y Ahn, 1968; citado por Murata y Matsushima, 1975).

Por otra parte Kumura, 1995, revisando los resultados de muchos investigadores encontró que la proporción de la materia seca almacenada en los órganos vegetativos antes de comenzar el llenado de granos, representó entre el 14-38 % de la materia seca total almacenada en panojas al final del llenado de grano.

La extendida removilización de carbohidratos desde fosas vegetativas durante la madurez, puede reflejar el grado al cual la actividad de la fosa está combinada con el suministro de la fuente. En otro estudio los cultivares de ciclo corto produjeron una gran cantidad de carbohidratos durante su floración y fases de madurez, pero en la variedad de ciclo largo, se produjo un gran porcentaje antes de la floración. En la floración los cultivares de ciclo corto tuvieron de 10 a 20 % del total de carbohidratos

que ellos acumularían en la cosecha y los cultivares de ciclo largo tuvieron de 40 a 80 % (Vergara et al, 1966; citado por Blanco, 1991).

Todas las partes vegetativas detienen su crecimiento luego de la floración y como resultado, la mayoría de los compuestos asimilados se traslocan a la inflorescencia. Por consiguiente el incremento de la materia seca total y los carbohidratos durante el llenado de grano muestran por lo general una estrecha correlación con el rendimiento de grano (Murata y Matsushima, 1975).

La producción de grano, que es el producto final de los procesos de crecimiento y desarrollo, es controlada por la producción de materia seca durante la fase de maduración. A su vez, la producción de materia seca es controlada por dos factores: capacidad potencial de la población para fotosintetizar (fuente) y la capacidad de los granos para aceptar los fotosintatos (fosa) (Tanaka, 1972; citado por De Datta, 1986).

En cuanto a la acumulación de materia seca, Castro y Porto (1994), indican que en Tacuarí la misma se acumula hasta la madurez, mientras que en El Paso 144 disminuye luego de los 12 días post floración.

Por otra parte, Baez y Toledo (1998), señalan que Tacuarí acumula materia seca hasta madurez, mientras que en El Paso 144 la máxima producción de materia seca ocurre a 50% de floración manteniéndose hasta la cosecha.

El incremento de materia seca durante el período de llenado de grano está positivamente correlacionado, en muchas variedades, con la tasa de fotosíntesis cuando el nivel de radiación solar es alto; pero cuando este es bajo aparece una correlación negativa con el IAF (Murata y Matsushima, 1975). El IAF tiene mayor influencia sobre la producción de compuestos orgánicos en la última etapa del período de llenado de grano, momento en que el IAF disminuye rápidamente; pero en la primera parte cuando el IAF es alto a menudo existe una relación negativa con el llenado de grano.

Los mencionados autores señalan que el contenido de nitrógeno de una hoja y su tasa de fotosíntesis, por lo general guardan una estrecha relación, de manera que la aplicación de nitrógeno difícilmente fracase en promover la tasa de fotosíntesis. Puede observarse la misma correlación entre diferentes variedades cuando se hallan en un estado comparativamente temprano, pero como la tasa disminuye en fases más tardías de crecimiento debido a la edad más avanzada, especialmente en las variedades de ciclo largo, el resultado visible es que en la antesis y llenado del grano la tasa de fotosíntesis es generalmente más alta en las variedades de ciclo corto.

Cuando la floración es retrasada, el tiempo es insuficiente para que el grano sea llenado completamente antes de que lleguen los fríos otoñales (Tanaka, A, 1976). En general, bajo más altas temperaturas, la tasa de llenado de los granos es más alta pero la duración es más corta.

En este sentido, Sato e Inaba, (1976), citado por Kumura, (1995), concluyen que la terminación temprana de llenado de grano bajo altas temperaturas es causada

por la temprana declinación de la actividad de fosa de los granos antes que por insuficiente materia seca trasladada a ella.

Matsushima, S. (1995), también señala que bajo altas temperaturas el llenado de grano cesa temprano y como resultado ocurre una remarcada restauración de carbohidratos en tallos y vainas foliares; lo mismo ocurre si las láminas foliares mantienen su actividad después que el grano ha sido llenado.

B. INDICE DE AREA FOLIAR Y FOTOSINTESIS.

El modelo general de las curvas de crecimiento puede ser interpretado de la siguiente forma: el incremento del IAF de la población de arroz es bajo en etapas tempranas de crecimiento, más rápido en etapas posteriores, continuando el incremento hasta la floración, decreciendo luego debido a la muerte de las hojas inferiores. La tasa de crecimiento del cultivo sigue un modelo casi similar al del IAF hasta la floración, manteniéndose alto hasta después de la etapa de floración a causa del incremento del peso de granos, después decrece. La relación entre el IAF y la tasa de crecimiento del cultivo es asintótica. La tasa de crecimiento del cultivo aumenta con el incremento del IAF, la tasa de crecimiento del cultivo disminuye cuando el IAF es alto debido a un decrecimiento en la TAN causado por sombreado mutuo entre hojas. Cuando la tasa de crecimiento del cultivo es máxima y por encima decrece, es cuando ocurre el IAF óptimo (Tanaka, A. 1976).

Tanaka y Vergara, (1967); citados por Tanaka, A. (1976), reportan que un excesivo y vigoroso crecimiento de materia seca consecuencia de un rápido incremento en el IAF en etapas tempranas de crecimiento, es frecuentemente asociado con una baja tasa de crecimiento del cultivo en etapas tardías de crecimiento; mientras que un bajo crecimiento en etapas tempranas es asociado con una alta tasa de crecimiento durante etapas posteriores de crecimiento.

La fertilización con nitrógeno provoca un incremento en el IAF por medio de un aumento del número de macollos y el tamaño de las hojas sucesivas, la aplicación inmediatamente antes de la iniciación de la panoja fue la que tuvo mayor efecto (Tanaka et al. 1964; citado por Murata y Matsushima, 1975)

Rodriguez y Zuluaga, (1990), reportan el mismo efecto en el incremento del IAF; este fue incrementado por el aumento de la dosis nitrogenada, encontrándose que el nitrógeno aplicado en forma fraccionada fue el que lo incrementó en forma más pronunciada.

Un IAF alto es necesario para interceptar la radiación solar incidente, pero el tamaño de IAF necesario para dar una máxima fotosíntesis depende de la orientación de la hoja en el canopy. Un canopy de hoja erecta requiere un mayor IAF que lo que necesita el canopy de hoja curvada y recibe menos luz solar por unidad de hoja, resultando en una fotosíntesis mayor del canopy. Hojas erectas reciben menor intensidad de luz por superficie foliar pero para un área foliar más grande. En general,

un IAF de 4 a 8 es necesario para una buena fotosíntesis en arroz (Yoshida, 1981).

Por otra parte Lafitte y Travis (1978), citado por Blanco (1991), señalan que las líneas de arroz de hoja pequeña mostraron una mayor fotosíntesis aparente, tuvieron mayor peso específico de hoja y más nitrógeno por unidad de hoja. Una demanda aumentada por asimilados tuvo lugar en cada unidad de área foliar en líneas de hoja pequeña, y ese aumento en la demanda fue asociado con la mayor actividad de la fuente por unidad de área de hoja.

Un IAF óptimo ha sido repetidamente observado en poblaciones de cultivares de arroz hojoso, mientras que no fue reportado un IAF óptimo en poblaciones con buen tipo de planta. Sin duda hay un techo de IAF y no ocurre ningún cambio en la producción de materia seca cuando el IAF aumenta por encima de ese techo (Tanaka, 1972; citado por Blanco, 1991).

Baez y Toledo (1998), estudiando una serie de cultivares indican que, a excepción de El Paso 144, presentaron una acumulación continua de materia seca desde primordio hasta 25 días post 50% de floración y/o madurez. La obtención de los más altos rendimientos en esta situación, estuvo asociada en todos los casos, a excepción de El Paso 144, al desarrollo de un área foliar de tamaño moderado, que se mantiene estable o con leve descenso en la etapa de llenado de grano.

Yoshida, 1981, reportó que el potencial neto de fotosíntesis de las hojas era del 94% sobre el total. Las tres hojas superiores de la planta de arroz exportan asimilados hacia la panoja y las hojas bajas envían sus asimilados hacia la raíz. Las tres hojas superiores de la planta en el cultivar IR8 hace 74% del área foliar total cuando el IAF es 5,5 en floración. La fotosíntesis neta de las vainas de las hojas y panojas se indicó que era extremadamente baja.

Las tasas fotosintéticas promediadas para todo el ciclo, no tienen buena correlación con la acumulación total de peso seco. Las tasas medidas a la iniciación de la panoja y/o durante la madurez están correlacionadas con el rendimiento (Lafitte y Travis, 1984; citado por Blanco, 1991).

En los estadios de crecimiento tardío las tasas de fotosíntesis decaen debido a la madurez, especialmente en los cultivares de ciclo largo, resultando que en antesis y llenado de grano, la tasa fotosintética es generalmente más alta en cultivares de ciclo corto (Murata y Matsushima, 1975).

C. RELACIÓN FOSA-FUENTE Y RENDIMIENTO POTENCIAL.

Se denomina fosa a aquellos órganos que reciben fotosintatos y fuente a aquellos que traslocan fotosintatos a la fosa. La capacidad de la fuente es expresada como el producto del estado variable del tamaño de la fuente (área foliar) y la tasa variable de actividad de la fuente (tasa de fotosíntesis), mientras que la capacidad de la fosa, se expresa como el tamaño por la actividad de la fosa (Wilson, 1972, citado

por Blanco, 1991).

Según Tanaka, A (1976), el potencial de la fuente es función del status morfológico y fisiológico de la población, como del área foliar, disposición de las hojas y su estado nutricional, y también la condición climática.

Se realizaron trabajos en los cuales la demanda por asimilados de la fosa era baja, resultando en una acumulación de azúcares y almidón en la hoja, suprimiendo la fotosíntesis por un mecanismo de feed back (Hay y Walker, 1989). Según estos mismos autores la relación causal de la acumulación de carbohidratos y la tasa de fotosíntesis, así como los mecanismos involucrados aún no ha sido bien establecida.

Venkateswarlu y Visperas, 1987, señalan que la fuente aparece como la limitante principal para lograr altos rendimientos en arroz de climas tropicales y subtropicales, debido a la diferencia que hay entre número de granos totales y número de granos llenos. Sin embargo, en climas templados, especialmente con variedades japónicas, la fosa aparece como el factor limitante, a pesar de que todos los granos sean llenos, pero el alto porcentaje de granos llenos puede ser una característica varietal de las japónicas relacionado con una polinización efectiva durante la antesis.

El componente base que determina el número potencial de destinos, se logra al integrar el número de flores por panoja con el número de panojas por unidad de área (Arguissain, 1992). Según este autor, el número de destinos resulta importante en la medida que su tamaño condiciona la actividad de la fuente, ya que un reducido número de flores no permite que la actividad fotosintética se exprese en todo su potencial durante el período de llenado de grano, debido a que una baja demanda de fotosintatos limita la fotosíntesis por retrocontrol.

De acuerdo con Murata y Matsushima (1975), en cultivares modernos bajo prácticas de cultivo contemporáneas, con frecuencia más de 85% de los granos son llenados, pero niveles apreciables de carbohidratos no estructurales permanecen en las vainas de las hojas, sugiriendo que el tamaño de la fosa es inadecuado.

Ensayos realizados por Castro y Porto, (1994), indican que los cultivares EP 144 e INIA Tacuarí tuvieron una mayor acumulación de materia seca total que Bluebelle. INIA Tacuarí y Bluebelle mostraron un ascenso en la materia seca total hasta madurez fisiológica, mientras EP 144 llegó a un máximo en F+12 para luego decaer levemente en la etapa de llenado de grano tardío debido a la senescencia abrupta de hojas y vainas (fuente), lo que no sucedió tan claramente en Bluebelle e INIA Tacuarí. Las altas tasas de crecimiento durante el periodo vegetativo y reproductivo y la mayor duración de éstos determinaron que el cultivar tropical presentara mayor acumulación de materia seca en F + 12. Se destacaron las altas tasas de crecimiento de INIA Tacuarí durante el llenado de grano.

D. COMPONENTES DE RENDIMIENTO.

1. Generalidades.

El ciclo de una planta ideal de arroz se divide en tres períodos donde cada uno de ellos tiene su objetivo para el cultivo. En el primer período (desde germinación a 43 días prefloración), el objetivo es obtener el número necesario de panojas, mediante la obtención de un número similar de tallos con 3.5 o más hojas verdes. El período intermedio (43 a 20 días prefloración), el objetivo es elevar el porcentaje de granos llenos logrando controlar el tipo de planta, mejorar la eficiencia de recepción de la luz, prevenir el vuelco y mejorar las condiciones físicas de planta. En el período tardío de crecimiento (20 días prefloración a madurez fisiológica), el objetivo es mejorar el porcentaje de granos llenos mediante un aumento de la capacidad asimilativa de la planta de arroz por unidad de área foliar (Matsushima, S., 1995).

Dicho autor señala que el rendimiento de grano en el cultivo de arroz se determina por los componentes:

- número de panojas por unidad de área.
- número de granos por panoja.
- peso de grano.
- porcentaje de grano lleno.

El tamaño de fosa o capacidad de rendimiento en plantas de arroz depende del número total de granos por metro cuadrado y del tamaño promedio de los granos individuales, pero algunos científicos creen que la capacidad de rendimiento es altamente determinada por el número de granos por metro cuadrado (Murata, 1976; Yoshida y Parao, 1976; citado por Blanco, 1991).

En tanto, Matsushima, S. (1995), indica que el rendimiento de grano de arroz está determinado básicamente por el producto del número de granos por metro cuadrado y el porcentaje de granos llenos, ya que el peso de mil granos es casi constante para una variedad dada. El mismo autor, reporta que estos dos componentes se correlacionan negativamente, por lo tanto, para lograr altos rendimientos se debe evitar un descenso del porcentaje de granos llenos en plantas de arroz que producen un gran número de granos por metro cuadrado.

Según Tanaka (1976), citado por Blanco (1991), con frecuencia hay correlaciones negativas entre número de panojas y número de granos por panoja o entre número de granos por área de suelo y porcentaje de granos llenos o peso de grano debido a los efectos compensatorios, por lo cual se debe lograr un balance entre dichos componentes.

Por otra parte, Rodríguez y Zuluaga, (1990), trabajando con el cultivar Bluebelle reportaron que el número de granos totales por metro cuadrado aumentó con el manejo fraccionado de nitrógeno y a su vez al aumentar la cantidad aplicada desde 0-120 Kg./ha aunque no se correlacionó con el rendimiento en grano.

Matsushima. (1995), señala que para maximizar el número de granos por unidad de área, las plantas de arroz deben absorber tanto nitrógeno como sea posible desde la etapa de germinación de la semilla hasta la última etapa de diferenciación de las espiguillas.

Según Tanaka (1976), citado por Blanco (1991), el número de panojas es determinado durante el período vegetativo, los granos por panoja, y el tamaño de grano durante la fase reproductiva y el porcentaje de granos llenos durante la antesis y el período de desarrollo de la panoja.

Castro y Porto (1994), reportaron que los cultivares El Paso 144 e INIA Tacuarí tuvieron rendimientos similares entre ellos y significativamente mayores a Bluebelle. Los componentes que tuvieron mayor influencia en el rendimiento de EP 144 e INIA Tacuarí fueron diferentes. En EP 144 fue muy importante el número de panojas por metro cuadrado y el peso de mil granos, mientras en INIA Tacuarí se destaca el alto número de granos por panoja, que compensa de ésta forma el bajo peso de grano que tiene este cultivar.

Por otra parte, Ferreira y Montauban (1998), quienes realizaron una caracterización productiva de variedades en distintas épocas de siembra para un promedio de ocho años (desde la zafra 89-90 a 96-97), indican que para siembras normales en El Paso 144 el rendimiento se asocia negativa y significativamente con la esterilidad ($r = -0.43$). Los genotipos japónicas, en cambio, para dicho periodo de siembra no presentan tal asociación entre dichas variables. También agregan que El Paso 144 se correlaciona positivamente con el peso de grano ($r = 0.34$). En siembras tardías la asociación del rendimiento con la esterilidad se incrementa notoriamente ($r = -0.78$), no siendo tan así con el peso de granos, cuya correlación con el rendimiento se mantiene relativamente constante ($r = 0.41$).

Los mismos autores, reportan que en El Paso 144 el peso de mil granos y la esterilidad son los componentes con mayor incidencia en el rendimiento. Mientras que en Tacuarí el rendimiento se asocia más con los componentes que contribuyen a un alto número de granos por metro cuadrado (número de panojas por metro cuadrado y número de granos por panoja). También indican que para épocas siembras normales el rendimiento en Tacuarí se asocia con el número de panojas por metro cuadrado ($r = 0.48$), mientras que para siembras tardías el rendimiento se asocia a todos los componentes en forma balanceada, pero en mayor medida con aquellos que contribuyen a un alto número de granos por metro cuadrado.

2. Número de panojas por unidad de área.

De acuerdo con Murata y Matsushima (1975), el número de panojas por unidad de área se establece hasta unos diez días después que se alcanza el máximo número de macollos y está muy influenciado por el suministro de nitrógeno y el nivel de radiación solar en el momento de macollaje.

El macollaje y la densidad de plantas

Cuando la temperatura es baja durante la fase vegetativa, el macollaje es bajo pero continúa por un largo periodo de tiempo, lo que puede resultar en un incremento en el número de panículas: si las condiciones son favorables hasta el otoño avanzado el rendimiento en grano puede ser más alto que en años normales debido a un incremento en el número de espiguillas por unidad de área (Tanaka, A., 1976).

Según Arguissain (1992), un alto número de panojas puede estar garantizado por una planta que posea habilidad de macollaje. A su vez compensar el número de panojas en detrimento del tamaño puede resultar ventajoso si la variedad no posee buenos tallos, ya que con estas características, panojas muy grandes favorecen el vuelco. Plantas que presentan un periodo de macollaje muy largo favorecen la formación de macollos infértiles, siendo esto inconveniente. Estos macollos infértiles (menos de tres hojas al momento de diferenciación del primordio floral del tallo principal), producen un deterioro de la producción del tallo principal, ya que dependen del mismo, y un importante flujo de fotosintatos pasan a los tallos infértiles.

Por otra parte, el mismo autor señala que la selección de líneas con un bajo número de macollos improductivos permite que la materia seca producida sea dirigida con mayor eficiencia a la generación de rendimiento.

La fertilización nitrogenada en los cereales causa un incremento en la densidad de población de tallos y/o tallos fértiles, dependiendo de la dosis y el momento de aplicación (Hay y Walker, 1989).

Mientras que Deambrosi y Méndez (1993), señalan que aplicaciones crecientes de nitrógeno entre 0 y 120 Kg/ha provocan un incremento en el número de panojas por unidad de superficie.

La radiación solar durante la fase vegetativa en clima templado tiene un efecto favorable sobre el número de granos por metro cuadrado, debido a un aumento en el número de panojas por metro cuadrado (Murata, 1976; Stansel, 1975; citado por Blanco, 1991).

Ferreira y Montauban (1998), señalan que para épocas de siembra de octubre y noviembre, El Paso 144 presentó diferencias estadísticas significativas con Tacuarí en el número de panojas por metro cuadrado (575 y 506 panojas/m², respectivamente).

Los mismos autores, reportan que para el total de épocas de siembra (octubre-noviembre y diciembre), en El Paso 144, no existe correlación entre panojas por metro cuadrado y peso de granos, ni entre panojas por metro cuadrado y esterilidad. Mientras que en Tacuarí, considerando las mismas épocas de siembra, no hay correlación entre panojas por metro cuadrado y peso de granos.

3. Número de granos por panoja.

Según Murata y Matsushima (1975), el número de granos por panoja se determina en el período que va desde 32 a 5 días antes de la emergencia de la panoja en los arrozales de clima templado. Este surge de la diferencia entre el número de primordios diferenciados y la cantidad que degenera. El número de primordios diferenciados es afectado por el suministro de nitrógeno durante la diferenciación de la panoja (32-20 días antes del panojamiento en arrozales de clima templado), mientras que el nivel de radiación solar y otros factores ambientales tienen incidencia sobre la cantidad que degenera en el momento del estado de división reduccional (15-5 días antes de la espigazón).

Matsushima, (1995), encontró que la correlación más estrecha con el número de granos degenerados durante el período de desarrollo de la panoja, fue la producción de materia seca por primordio diferenciado en el período desde la iniciación del primordio de panoja a floración; al aumentar este valor se obtuvo menor degeneración. Por lo tanto, la formación de granos potencial parece ser afectada fuertemente por el nitrógeno, y su degeneración por el suministro de fotosintatos. Por consiguiente, en esta etapa la radiación solar parece afectar principalmente el proceso de degeneración a través de la fotosíntesis.

El número de granos por panoja es afectado por la radiación solar y la temperatura media durante el período de desarrollo de la panoja (Murata, 1976; Yoshida y Parao, 1976; citado por Blanco, 1991).

Existe una correlación lineal negativa entre el número de granos por planta y la temperatura media diaria. Por otra parte la radiación solar durante la fase reproductiva se correlaciona positivamente con el número de granos por metro cuadrado y por panoja (Yoshida y Parao, 1976; citado por Blanco, 1991).

En cuanto al número de granos por panoja, Ferreira y Montauban (1998), señalan que existen diferencias estadísticas significativas entre variedades, siendo 98 en El Paso 144 y 128 en Tacuarí. Por otra parte, indican que Tacuarí presenta una correlación media y negativa entre el número de granos por panoja y el peso de mil granos.

4. Porcentaje de esterilidad.

Factores como el tiempo, suelos, aplicación de nitrógeno e incidencia de enfermedades e insectos afectan el porcentaje de esterilidad. Este con frecuencia se refiere al porcentaje de granos infértiles más el porcentaje de granos parcialmente fertilizados. Por lo tanto el término esterilidad no siempre es estrictamente usado (Yoshida y Parao; citados por Blanco, 1991). Los cultivos sombreados durante la etapa de maduración de grano tienen un bajo porcentaje de granos llenos debido a que se incrementa el número de granos parcialmente llenos.

El arroz es más susceptible a bajas temperaturas durante la diferenciación y desarrollo de las espiguillas. Si ocurren bajas temperaturas en ésta etapa crítica del crecimiento, las espiguillas se vuelven estériles. Este tipo de daño no puede ser compensado aún con condiciones favorables de tiempo posteriores. Para evitar este tipo de daño, se recomienda que el agua en los campos sea mantenida lo suficientemente alta hasta que se complete el desarrollo de primordio de panícula, para protegerlo de las bajas temperaturas críticas que ocurren generalmente de noche (Tanaka, A., 1976).

Para ensayos de fecha de siembra, ubicados en la Estación Experimental del Paso de la Laguna, Treinta y Tres, abarcando un rango de fechas de siembra del 11 de octubre al 4 de enero, para los años 1989/90 a 1992/1993 se ajustaron ecuaciones para esterilidad sobre fecha de siembra y también se relacionó la temperatura media de 10 días prefloración y la temperatura media de floración (10 días luego del comienzo de floración), con la esterilidad resultante para los cultivares Bluebelle, El Paso 144, INIA Yerbal e INIA Tacuarí. Según Blanco et al (1993), El Paso 144 y Bluebelle incrementaron rápidamente su porcentaje de esterilidad en siembras posteriores a mediados de noviembre, mientras que INIA Yerbal mostró un leve aumento de la esterilidad, estimándose en un 21-24% en siembras extremadamente tardías, frente a 49-61% de El Paso 144. La esterilidad de INIA Tacuarí no estuvo significativamente asociada a la fecha de siembra, alcanzando una media de 14,9% en el período estudiado, con un máximo valor observado de 25%. Las regresiones entre esterilidad y temperatura media 10 días prefloración y temperatura media en floración con mayores ajustes se obtuvieron en los cultivares susceptibles Bluebelle y El Paso 144. Para INIA Tacuarí se ajustó una regresión en prefloración mientras que en floración la ocurrencia de bajas temperaturas no aumentó significativamente la esterilidad. INIA Yerbal mostró un comportamiento inverso, con menor incidencia de las bajas temperaturas durante prefloración y mayor durante la floración. El destacado comportamiento de los nuevos cultivares INIA Yerbal e INIA Tacuarí en siembras tardías, con menor incidencia de esterilidad en los rendimientos, fue debido a una mayor tolerancia a bajas temperaturas en el período reproductivo.

Ferreira y Montauban (1998), incluyendo todas las épocas de siembra, encontraron que el porcentaje de esterilidad para El Paso 144 es 29,4 y para Tacuarí 21,3. Esta elevada esterilidad en El Paso 144 es debido a que se incluyen siembras de diciembre, lo que aumenta la probabilidad de ocurrencia de bajas temperaturas en la floración y en el período de llenado de grano. Mientras que en Tacuarí, el aumento en el porcentaje de esterilidad con siembras tardías es menor, debido a una mayor tolerancia a bajas temperaturas en el período reproductivo.

Los mismos autores indican que el rendimiento en El Paso 144 en condiciones de siembra tardía, se correlaciona negativa y significativamente con el porcentaje de esterilidad ($r = -0.37$).

Información reportada por Rodríguez y Zuluaga (1990), señala que el porcentaje de esterilidad aumenta con los manejos fraccionados de nitrógeno, así como con el aumento de la dosis del mismo (0-120 Kg/ha). En el mismo trabajo

encontraron que el porcentaje de granos estériles disminuyó en tratamientos con aplicación de fungicidas, lo que generó un mayor rendimiento en grano. Similares resultados obtuvieron Blanco et al (1997), quienes en ensayos de evaluación de cultivares encontraron diferencias significativas en el porcentaje de esterilidad entre el ensayo protegido con fungicida y los sin protección, siendo menor en el protegido.

5. Peso de grano.

Los carbohidratos acumulados en los granos provienen de dos fuentes: los carbohidratos almacenados en tallos y vainas foliares en el período previo a la floración, y aquellos producidos por fotosíntesis en el período de llenado (fotosíntesis en curso) (Matsushima, 1995). Cuando las variedades son idénticas o el tamaño del grano es similar, el efecto del peso de 1000 granos sobre el rendimiento es muy limitado. De hecho, el coeficiente total de variación ha sido alrededor del 3%, a pesar de varios años de cultivo y diferentes prácticas de cultivo.

A su vez, Chang y Vergara (1972), citado por Blanco (1991), indican que el componente peso de mil granos es el componente que presenta menor variabilidad, encontrándose diferencias entre variedades en dicho componente. En tanto, señalan que el peso de grano puede ser compensado por más granos por panoja o por más panojas. Sin embargo, los cultivares que presentan bajo peso de grano generalmente tienen un techo de rendimiento más bajo que los de mayor peso de grano.

Venkateswarlu et al (1981), citado por Blanco (1991), reportan que en variedades de ciclo largo, el tamaño de grano se relaciona negativamente con el número de granos y con el rendimiento.

Cuando el suministro de asimilados es adecuado (desde fotosíntesis en curso o asimilados almacenados) muchos granos maduran y hay un excedente remanente en la paja (Yoshida y Parao, 1976; citado por Blanco, 1991). Cuando hay carencia de carbohidratos, algunos granos maduran a expensas de otros granos, alcanzando de ese modo un peso casi constante. Sin embargo Murata (1976), citado por Blanco (1991), registró que cuanto mayor es la temperatura durante el período más activo del llenado de grano el peso de grano es menor.

Jones et al (1979), trabajando con 15 genotipos de arroz de diversas características agronómicas, indicaron que la tasa de llenado de grano fue más importante que la duración de llenado de grano.

En cambio, Hay y Walker (1989), determinaron que el peso del grano puede ser afectado más por la duración que por la tasa de llenado de grano.

Hay una gran variabilidad en el peso de grano dentro de la misma panoja. Granos de alta densidad se encuentran mayormente en las ramificaciones primarias del arroz. Aumentando el porcentaje de granos de alta densidad a través de una disminución de las ramificaciones secundarias en la panoja, permite incrementar el

rendimiento en grano. El número de granos de alta densidad podría inclusive mejorar con un adecuado sistema de aporte de asimilados, tal como haces vasculares y tallos gruesos (Mallik et al. 1988; citado por Blanco, 1991). En tanto, panojas con más ramificaciones primarias y menos secundarias se pueden obtener sin reducir el total de granos por panoja.

Por otra parte, Deambrosi y Méndez (1993), trabajando con dosis creciente de nitrógeno desde 0 hasta 120 Kg/ha, reportan una respuesta positiva en el peso de mil granos para el cultivar El Paso 48, mientras que Bluebelle y El Paso 144 no tuvieron respuesta.

En cambio, Rodríguez y Zuluaga (1990), trabajando con el cultivar Bluebelle, señalan que el peso de mil granos solo varió frente a las distintas dosis de nitrógeno (0-40-80-120 Kg/ha) existiendo una respuesta lineal decreciente con el aumento de éstas, explicado por mayor número de granos totales por metro cuadrado en dosis mayores, lo que provoca un menor tamaño de granos.

Ferreira y Montauban (1998), analizando el total de épocas de siembra, indican pesos de mil granos de 25,8 y 21,8 gramos para El Paso 144 y Tacuarí, respectivamente (13% de humedad). Dichos autores señalan que en El Paso 144 existe una correlación negativa y significativa entre el peso de mil granos y el porcentaje de esterilidad, mientras que en Tacuarí dicha correlación no es significativa.

En tanto, Venkateswarlu et al (1981), citado por Blanco (1991), reportan que en variedades de ciclo largo, el tamaño de grano se relaciona negativamente con el número de granos y con el rendimiento.

En ensayos de evaluación de cultivares realizados en la EEE Treinta y Tres, se observa que el peso de granos es mayor en los ensayos con menor nivel de ataque de la enfermedad causada por *Sclerotium oryzae* (Blanco et al, 1997).

E. INDICE DE COSECHA.

De Datta (1981), señala que la obtención de altos rendimientos puede ser logrado a través de un crecimiento balanceado en las diferentes etapas de crecimiento. El crecimiento balanceado se refleja a través de la relación entre el peso de panojas sobre la materia seca total producida. Esta relación es conocida como el índice de cosecha. Plantas altas y con una excesiva producción de materia seca, reducen el índice de cosecha al igual que baja radiación solar y altas temperaturas.

Siendo el índice de cosecha una medida de eficiencia del transporte de fotoasimilados para el grano (Ferraz, 1987; citado por Porto y Castro, 1994), el mayor índice de cosecha obtenido por un cultivar demuestra una mayor eficiencia de conversión de productos sintetizados en material de importancia económica.

Disminuir el tamaño de planta se considera como una opción válida para lograr incrementos en la producción, debido a la imposibilidad de aumentar el tamaño de la panoja (Arguissain, 1992). En tanto, para mantener la relación fosa - fuente es necesario generar plantas con alta eficiencia fotosintética, donde la estructura de plantas con hojas erectas es determinante para tal fin.

Según Yoshida (1972), el índice de cosecha tiende a ser más bajo cuando se incrementa la producción de materia seca total. Wada (1968), citado por Yoshida (1972), experimentalmente el índice de cosecha puede ser variado mediante la restricción en la formación de órganos de reserva, sin embargo en la mayoría de las condiciones resulta dificultoso variar dicho índice.

Castro y Porto (1994), trabajando con un grupo de cultivares indican que El Paso 144 e INIA Tacuarí fueron los que presentaron mayor rendimiento, así como mayor producción de materia seca total, obteniendo similar índice de cosecha entre sí (0.51 y 0.53, respectivamente) y mayor al resto de los cultivares.

Por otra parte, Rodríguez y Zuluaga (1990), en ensayos nacionales reportan que el índice de cosecha disminuye al aumentar la dosis de nitrógeno (0-40-80-120 Kg N/ha.) provocado por un aumento en la paja mayor que en el grano.

F. CALIDAD INDUSTRIAL

El rendimiento de molino, es considerado uno de los criterios más importantes de calidad del arroz cáscara, siendo una estimación de la cantidad de granos enteros y del arroz blanco total (granos enteros y quebrados) que una muestra de arroz rinde cuando es molineado. Así pues, una alta proporción de granos quebrados es indicador de baja calidad, mientras que un alto porcentaje de granos enteros determina una buena calidad de grano (Childers et al, 1965).

La calidad molinera del arroz frecuentemente se determina por el rendimiento de arroz entero obtenido, razón por la cual es el producto de mayor valor económico. De acuerdo a esto, el proceso de molineado debe procurar remover la cáscara, el afrechillo y el germen con el mínimo quebrado del endosperma (Roy, A. et al 1987).

El contenido de humedad del grano de arroz se incrementa desde la parte superior hacia la base de la panoja, mientras que la calidad molinera presenta un comportamiento inverso (disminuye), posiblemente debido a inmadurez y presencia de grano en estado de masa (Desikachar et al, 1973; citado por Acosta, 1988).

Se considera como blanco total a la suma de los granos enteros y quebrados producto del proceso de molienda. El menor rendimiento en porcentaje de arroz blanco del arroz inmaduro es atribuido a que tiene un más alto porcentaje de cáscara y a que son más susceptibles durante el proceso de molinado (descascarado y blanqueado) a ser pulverizados (Montenegro et al, 1975; citado por Acosta 1988).

Los menores porcentajes de arroz blanco total, se logran con cosechas de 25-35 DPF, debido a la alta proporción de granos livianos e inmaduros. Sin embargo, a medida que el grano madura el porcentaje de blanco total aumenta (Acosta, 1988).

La concentración de las épocas de siembra, impiden realizar una cosecha escalonada en función del estado de madurez del cultivo. Chebataroff (1980), señala que en estas condiciones se termina con un arroz sobremaduro en detrimento de su calidad industrial, pérdidas de rendimiento de arroz cáscara o desgrane.

Ensayos de evaluación de cultivares realizados en la EEE de INIA Treinta y Tres, se observó que el porcentaje de grano entero, fue menor en los ensayos con mayor ataque de la enfermedad causada por *Sclerotium oryzae* (Blanco et al, 1997).

Cuando el arroz se cosecha con una humedad superior al 20 – 25%, se encuentran muchos granos inmaduros en la porción inferior de la panoja, que van a ser yesosos y quiebran en el molino. Por otra parte, cuando la cosecha se realiza con un contenido de humedad menor al 18%, los granos son susceptibles a agrietarse o quebrarse, resultando en un menor rendimiento de granos enteros. Las grietas o fracturas en el grano son causadas por las variaciones extremas de temperatura acompañadas por la alternancia de mojado por rocío y secado por el sol. El fisurado del grano está siempre relacionado al contenido de humedad en la cosecha.

Los cultivares que poseen diferentes zonas tizosas, denominadas panza blanca, centro blanco o dorso blanco, presentan mayor susceptibilidad al quebrado debido a que en dichas zonas tizosas, existe una menor densidad de moléculas de almidón, lo que representa una debilidad estructural (Larrea y Sánchez, 1970; citado por Acosta, 1988).

Bhashyan et al (1982), citado por Acosta (1988), señala que incrementando el nivel de nitrógeno en el suelo de 75 a 175 Kg /ha disminuye la proporción de granos panza blanca, porcentaje de granos fisurados y porcentaje de quebrado en el molino.

Por otra parte, Chebataroff et al (1981), indica que las condiciones ambientales presentes en el momento de la maduración afectan el rendimiento industrial, por lo que la incidencia de la fertilización en el mismo es variable en los años, y frecuentemente se asocia con la fecha de siembra y duración del ciclo del cultivo.

El tipo y cantidad de granos yesosos presenta alta heredabilidad, por lo que la selección (en un determinado ambiente), debería orientarse hacia la obtención de variedades con bajos porcentajes de granos yesosos (Webb, 1960; citado por Acosta, 1988).

Según Rodríguez y Zuluaga (1990), el porcentaje de yesado fue incrementado levemente por el aumento de la dosis de nitrógeno (0-40-80-120 Kg.N/há.) y por la aplicación de fungicida (fundamentalmente en dosis menores de nitrógeno).

G. ENFERMEDADES DE TALLO.

Las enfermedades causadas por hongos presentan gran importancia en nuestro país provocando disminuciones en el rendimiento y menor calidad de grano. En ensayos realizados en la EEE de INIA Treinta y Tres, comparando rendimientos de un grupo de cultivares en situaciones de infección natural con *Sclerotium oryzae* y protección con fungicida, se observó una disminución promedio de la enfermedad de 25 % y un incremento de los rendimientos de 25 % en el ensayo protegido (Bianco et al, 1997). El ISD promedio de la enfermedad en el tratamiento de inoculación natural fue de 77.9 %

Las enfermedades son consideradas uno de los principales factores limitantes de la producción de arroz en el mundo (P. Srivastava y S. Ahuja, 1970).

Según Angladette (1969), las principales enfermedades de las raíces y de la base de los tallos son causadas por hongos de esclerocios, órganos minúsculos que sirven para su propagación. Estas especies de hongos, se encuentran en muchos campos de arroz, sin que por ello resulten patógenos. En su mayoría, solamente deben ser considerados como saprófitos o como parásitos de debilidad cuando las condiciones de vegetación son desfavorables al arroz. Sin embargo, algunas especies pueden resultar particularmente patógenas si dichas condiciones son muy desfavorables.

1. Mancha agregada de vainas (*Rhizoctonia oryzae sativae*)

La mancha agregada de vaina es causada por *Rhizoctonia oryzae sativae* (Sawada). El patógeno *Rhizoctonia oryzae sativae* produce un micelio blanco-marrón claro a marrón, esclerotos irregularmente globosos de hasta 2 mm de diámetro compuesto por células globosas en la superficie de la vaina infectada y esclerotos cilíndricos dentro de las células de la vaina infectada. El estado sexual del hongo es *Ceratobasidium oryzae sativae* que se presenta en el exterior de la vaina como una capa blanquecina difusa y esparcida (Gunnell P.S. y Webster, R.K., 1992).

Gunnell, P.S. y Webster R.K. (1992), reportan además que el hongo puede afectar malezas gramíneas sirviendo como reserva de inóculo.

Estos hongos sobreviven como esclerocios o micelio en el suelo, o en los restos de planta de arroz o de otras plantas huéspedes. Durante la preparación de la tierra para la siembra, los esclerocios se liberan del suelo y luego pueden ser transportados por el agua y diseminar la enfermedad. En los ataques intensos pueden infectar las semillas (*Rhizoctonia oryzae*) y diseminarse a través de éstas (Gamarra, G. 1996). Existen diferentes razas del hongo que equivalen quizá a los grupos de anastomosis (así como también dentro de cada uno de esos grupos) y que exhiben diferentes preferencias por sus hospedantes, óptimo de temperatura, etc. El hongo se disemina con la lluvia, el riego o el riego por inundación, así como con los órganos de propagación infectados o contaminados.

a. Síntomas.

La enfermedad se caracteriza por lesiones ovales de color gris verdoso en el centro, rodeada por un margen marrón diferenciado. Una franja de células necróticas corre hacia el medio y es visible en lesiones jóvenes. A menudo las lesiones se expanden series de bandas concéntricas. Inicialmente, las lesiones aparecen en las vainas de las hojas más bajas, a la altura de la lámina de agua, en un rango de 0.5 a 4 cm de longitud. A medida que la enfermedad progresa, las lesiones se expanden verticalmente en la planta de arroz hacia las vainas superiores. Las hojas de vainas enfermas generalmente se tornan amarillas y mueren. El hongo a veces puede infectar la base de la hoja bandera. Ocasionalmente, el hongo provoca pudrición de tallo o infecta el raquis de la panoja, resultando en granos estériles o espigas parcialmente llenas (Gunnell, P.S. y Webster R.K. 1992).

b. Ciclo de la enfermedad.

Con respecto a la mayoría de las razas del hongo, la temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 a 18°C, pero algunas razas muestran una mayor actividad a temperaturas mucho más altas, a más de 35°C. La enfermedad es más severa en suelos que son moderadamente húmedos que en suelos que son secos o se encuentran inundados (Agrios, G.N., 1988).

Un crecimiento vegetativo exagerado, ya sea por la fertilidad natural del suelo o por exceso de fertilización nitrogenada, favorece la aparición de estas enfermedades. Lo mismo ocurre con densidades de plantas excesivas. La humedad relativa alta, los días nublados y las altas temperaturas, también son condiciones muy favorables para ambas enfermedades (Gamarra, G., 1996).

Por otra parte, Gunnell, P.S. y Webster R.K. (1992), reportan que el exceso de nitrógeno no favorece el desarrollo de la enfermedad de mancha agregada de vainas en contraste con el tizón de vaina causado por *Rhizoctonia solani*.

Cuando el potasio es insuficiente se hace más importante la presencia del hongo *Sclerotium oryzae*. Von Uexkuell, citado por Goss, R. (1968), encontró que el alto nivel de nitrógeno es el factor más importante en incrementar la enfermedad, y por lo tanto es necesario un adecuado aporte de potasio.

El escleroto e hifas son inóculo cuando se empieza a regar, forma el micelio e infecta a las plantas a la altura del agua (Groth et al. 1991). Tales autores indican además que las infecciones generalmente empiezan al finalizar el macollaje y en comienzo de la elongación. La hoja de más abajo es la que primero se afecta. Después que florece, la enfermedad rápidamente va a la hoja bandera en las variedades susceptibles. La infección debilita los tallos y puede causar vuelco o colapso. El hongo puede pasar de macollo a macollo en la planta infectada o por el agua entre plantas, también por partes de plantas que se estén tocando. El daño es mayor cuando hay rastrojo de años anteriores.

Por otra parte, Texas Agricultural Extension, 1993, indica que resulta de mucha importancia realizar un monitoreo de *Rhizoctonia oryzae sativae*, ya que en condiciones de clima favorable la enfermedad se desarrolla muy rápido, los problemas ya se pueden observar en la etapa de diferenciación de las panojas (las típicas lesiones en el tallo por encima de la línea del agua).

2. Podredumbre de tallos (*Sclerotium oryzae*)

Según Atkins (1974), las enfermedades causadas por hongos de tallo, fueron descritas primeramente por Cattaneo, 1876, en el estado esclerotial (forma imperfecta o estéril), llamado *Sclerotium oryzae* Catt.; en el mismo rastrojo descubrió *Leptosphaeria salvinii* Catt., forma sexuada.

El mismo autor señala, que la enfermedad causada por *Sclerotium oryzae* fue reportada desde muchos países durante las décadas de 1910 y 1920. En 1926, la pudrición del tallo fue considerada como el principal factor limitante de la producción de arroz en Arkansas. Por otra parte, en 1932, Cralley, consideró a la enfermedad como la más seria del arroz; mientras que en 1943, pérdidas de cerca del 5 % fueron observadas en campos que habían sido plantados por 3 o 4 años en sucesión. R. Kev, también observó que *Sclerotium oryzae*, estuvo presente en la mayoría de los campos en Louisiana, pero no causó severas pérdidas en 1936 y 1938 (Atkins, 1974).

Por otra parte, Tisdale, 1920 citado por Atkins, 1974, S. Ribeiro, 1979, y Atkins, 1966, citado por Grist, 1982, indican que las plantas que eran afectadas por el hongo mostraron vuelco. A su vez, se señalan que las plantas atacadas son más o menos colapsadas, las panículas son pobremente llenadas y livianas, así como también resulta en reducción de la producción de granos y calidad industrial.

Cuando la pudrición del tallo es parcial, aumenta el número de tallos estériles y la floración no es uniforme; en cambio, cuando la pudrición alcanza todo el tallo, las panojas pueden quedar totalmente vacías debido al corte de la circulación de savia (Ribeiro, 1979).

En las áreas afectadas severamente, Grist, 1982, también reporta que no solo se registra la pérdida de grano, sino que el mismo tiene características de molienda inferiores debido a que es liviano y yesoso; además en las plantas afectadas, muy a menudo se mueren macollos enteros después de volcar a causa de la enfermedad.

Cuando las plantas jóvenes son atacadas pueden morir, pero la enfermedad aparece con mayor frecuencia en una etapa bastante tardía de la producción de macollos y la planta sobrevive, los vástagos tardíos anormales no dan producción y las panojas que emergen, por lo general presentan una elevada proporción de granos livianos (Centre For Overseas Pest Research, 1976)

Según Ou y Nuque, 1975, en los campos en que las porciones inferiores de las

plantas permanecen bajo el agua durante la mayor parte del período de crecimiento. La severidad de la enfermedad es mayor. Muchas de las plantas que crecen en esas condiciones, cuando son infectadas intensamente, caen al suelo y se pierden.

a. Síntomas.

Los primeros síntomas son generalmente observados en el campo después de la etapa de medio macollaje. Inicialmente, la enfermedad aparece como lesiones irregulares negras en el exterior de las vainas a la altura de la línea del agua. Cuando la enfermedad progresa, las lesiones se expanden y los hongos se mueven hacia adentro formando lesiones en el interior de las vainas. Eventualmente, el hongo penetra y pudre el tallo (Gunnell, P.S. y Webster R.K., 1992).

Ou, 1972, Centre For Overseas Pest Research, 1976 y Butler, 1918, citado por Grist, 1982, reportan que luego que se desarrolla el área marrón o negra necrótica, la pudrición comienza a envolver toda la vaina y la lámina de la hoja amarillea y se marchita. El hongo penetra hacia el interior, elimina las vainas de las hojas y hace que estas se marchiten una tras otra a medida que avanza. Finalmente ataca el tallo, donde uno o más entrenudos pueden ser infectados, se observa el micelio grisáceo oscuro dentro del tallo hueco y se pueden ver los esclerocios negros desparramados por toda la superficie interior.

La infección del tallo en el hospedero puede resultar en panojas vacías, granos yesosos y en casos severos muerte de tallos (Gunnell, P.S. y Webster R.K., 1992).

Debido a lo confuso de sus síntomas y a su variación en las diversas regiones con frecuencia esta enfermedad pasa inadvertida o no se percibe en su totalidad el daño que causa. En algunos casos las plantas no presentan más síntomas definidos que las panojas livianas y la tendencia a macollar, cuando el cultivo está madurando (Centre For Overseas Pest Research, 1976).

Grist, 1982, dice que uno de los síntomas que se observan con más frecuencia es el macollaje excesivo y que aunque la enfermedad es más común en el campo, también se puede observar en almacigos.

b. Ciclo de la enfermedad.

La enfermedad ocurre en casi todos los campos donde el arroz ha sido plantado en muchos años (Ou, 1972).

El hongo sobrevive entre cosechas como escleroto en el rastrojo del cultivo o en el suelo. Después de la inundación el escleroto flota en la superficie de la chacra de arroz, donde infecta las vainas del arroz a la altura de la lámina de agua (Gunnell, P.S. y Webster R.K., 1992).

Después de la cosecha, en el campo quedan numerosos esclerocios, los que pueden sobrevivir muchos meses (Ou, 1972). El escleroto sirve como el primer medio para pasar el invierno y sobrevivencia para *Sclerotium oryzae* Catt.

La directa correlación entre el número de esclerotos viables en camas de semilla y la severidad de la enfermedad, han sido constantemente observados (Keim et al, 1975).

De la misma forma, Gunnell, P.S. y Webster R.K. (1992), señalan que la incidencia y severidad de la enfermedad se encuentra positivamente correlacionada con el número de esclerotos presentes en la capa superior del suelo de la chacra a sembrar.

Park y Bertus, 1932, citados por Ou, 1972, encontraron esclerotos viables después de 190 días sobre suelo aerado y seco en el laboratorio, y 319 días sumergidos en agua.

También Nisikado e Hirata, 1937, citados por el mismo autor, reportaron que el escleroto permanece viable por 3 años a 20 °C; 10 a 13 meses a 25 °C y 4 meses a 35 °C; sumergido en agua aún a 30 °C, el escleroto sobrevivió por un año.

Tullis y Cralley, 1933, citados por Atkins, 1974, encontraron que el escleroto puede permanecer viable por lo menos 6 años en los suelos de arroz no cultivados; estos mismos autores confirmaron lo anterior en 1941, cuando la paja de arroz conteniendo esclerotos fue enterrada a 4-6 pulgadas de profundidad en suelos en Arkansas, un pequeño porcentaje de esclerotos viables puede ser recobrado hasta los 6 años.

El período crítico es el que va desde el macollaje hasta la completa floración, cuando las plantas son más sensibles (Ribeiro, 1979).

Nonaka y Yoshii, citados por Ou, 1972, encontraron que la edad de la planta se correlacionaba con la susceptibilidad en las últimas etapas de crecimiento.

También Ou y Nuque, 1975, afirman que el ataque aumenta su intensidad a medida que las plantas se acercan a la madurez y alcanza su punto culminante en la época de cosecha.

Según Topolanski, 1975, en algunos casos la enfermedad aparece en las plantas maduras, otros, durante el crecimiento de éstas y también ha sido observado en los almácigos.

La severidad de la enfermedad se incrementa con la cantidad de fertilizante nitrogenado y además depende del tiempo de infección. Observaciones de campo y estudios de inoculación en invernáculos demuestran que las plantas son más susceptibles en la etapa de elongación de entrenudos, la infección en esta etapa resulta en grandes reducciones en el rendimiento (Gunnell, P.S. y Webster R.K. 1992).

Mundkur, 1935, citado por Ou, 1972, repetidamente inoculó plantas en el campo, por un período de 3 años, pero fue incapaz de producir ningún síntoma; mientras que Lutra y Sattar, 1936, citados por Ou, 1972, obtuvieron infección sembrando el arroz en suelos, los cuales tuvieron rastrojo enfermo

Hsieh, 1966, citado por Ou, 1972, reportó el significado de la presencia de heridas en la infección y desarrollo de la enfermedad. Cuando las plantas no son heridas, el hongo de la pudrición de tallo causa muy bajo porcentaje de infección y las lesiones son de limitado tamaño, aún en la vaina de la hoja. Ahora, si las plantas son heridas, la infección tiene lugar rápidamente y las vainas y los entrenudos se pudren completamente en las variedades susceptibles en 10 días.

Ike y Watanabe, 1953, citados por Ou, 1972, encontraron que induciendo el vuelco artificialmente, se aceleró el daño causado por la enfermedad, y las variedades naturalmente sujetas al vuelco, mostraron menor resistencia a la pudrición del tallo. Estos factores parecen indicar que la severidad de la enfermedad puede depender en gran medida de factores como vuelco y heridas en la planta, más que de la presencia del organismo causal solo.

En ciertas condiciones, la infección también puede ocurrir a través de las raíces o de la base del tallo, debajo del nivel del agua (Centre For Overseas Pest Research, 1976).

H. NITROGENO Y ENFERMEDADES DEL TALLO.

S. Avila, 1989, señala que el efecto de la nutrición mineral sobre enfermedades puede ser atribuido:

- al desarrollo de la planta que, influyendo en el microclima del cultivo, afecta la infección y esporulación del patógeno
- a su efecto en las células, en los tejidos y en la composición bioquímica del huésped
- a cambios en la tasa de crecimiento de la planta que escapa a la infección en su fase más susceptible
- al efecto en la patogenicidad, por la alteración del ambiente del suelo.

El Centre For Overseas Pest Research, 1976, afirma que el exceso de N favorece el ataque, especialmente si se lo aplica temprano.

También, Cralley, citado por Atkins, 1974, señala que las grandes aplicaciones de fertilizantes nitrogenados generalmente incrementan la severidad de la enfermedad.

En un ensayo realizado por Cralley, 1939, citado por Ou, 1972 se observó que plántulas creciendo en soluciones de cultivo con alto nivel de N, eran altamente susceptibles, mientras que bajos niveles de N redujeron la susceptibilidad a un mínimo, aunque las plantas se desarrollaron pobremente.

De acuerdo con León y Arregocés (1985), el ataque de enfermedades como *Pyricularia oryzae* (Brussone), influye en la respuesta al N. Otras enfermedades, incluyendo la Pudrición de Tallo, tienen también relación con la fertilización nitrogenada.

Por otro lado, Janssen y Tullis, citados por J. Atkins, 1974, reportaron que la adición de fertilizantes con N, P, y K, trajeron un incremento en la producción, pero no hubo correlación entre el porcentaje de tallos podridos (*Sclerotium oryzae*), y producción.

En un ensayo realizado por la Estación Experimental del Este, 1981/82, con la variedad Bluebelle, se observó que el incremento en la dosis de nitrógeno, estuvo asociado a mayor porcentaje de tallos atacados de *Sclerotium oryzae*, provocando vuelco en las dosis mayores (80 y 120 UN/ ha). En ensayos realizados en 1987/88 encontraron que la aplicación de altas dosis de nitrógeno provocaba una disminución en el rendimiento. A su vez, la disminución en el rendimiento se asocia con una mayor infección de tallos ($r = -0.32$).

Cuando la aplicación total de N (45 Kg/há), fue aplicada en parte dividida antes de la siembra y el remanente (35 Kg/há), aplicadas 84 días después (embarrigado), el desarrollo de la enfermedad fue retrasándose e incrementó el rendimiento comparado con aquellos tratamientos que recibieron cobertura en estados más tempranos de crecimiento (Keim et al, 1972).

Según Padwick, G. (1950), el potasio aplicado solo, incrementa ligeramente el rendimiento y no tiene efecto en la severidad de la enfermedad, pero cuando es aplicado con nitrógeno y fósforo en suficientes cantidades, el potasio mantiene más bajos los niveles de enfermedad. Es evidente entonces, que aplicaciones de sulfato de amonio y de fosfato en el cultivo de arroz en campos sujetos a podredumbre de tallos deben ser bien balanceadas con la aplicación de potasio.

Por otra parte, Ou, S.H. (1972), reporta que cuando el potasio es aplicado suficientemente junto al nitrógeno y al fosfato, se mantiene un bajo nivel de enfermedad.

III. MATERIALES Y METODOS.

A. UBICACIÓN.

El estudio fue realizado en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de la Estación Experimental del Este (INIA Treinta y Tres) a 28 Km al Este de la ciudad de Treinta y Tres.

Latitud 33° 14' Sur

Longitud 54° 22' Oeste

Altitud 25 m.s.n.m.

B. SUELO.

El suelo sobre el cual se implantó el ensayo corresponde a un Solod Melánico/Ocrico, Unidad La Charqueada, según la clasificación de la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes (1975). El análisis de suelo correspondiente al potrero utilizado como área experimental en el año agrícola 1996/97 (potrero N° 3 de la U.E. Paso de la Laguna) es el siguiente:

Cuadro N° 1: Análisis de suelo.

PH	P (Bray)	P (Ac. Cítrico)	% de MO	K (meq)
5.8	5.0	8.0	2.2	0.16

C. DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.

Se evaluaron dos cultivares en dos experimentos contiguos, a cada uno de los cuales se sometió a tres niveles de enfermedad y tres manejos de fertilización nitrogenada.

1. Variedades.

Las variedades utilizadas fueron INIA Tacuarí (en adelante Tacuarí) y El Paso 144. Tacuarí es una variedad de tipo de grano largo americano, ciclo corto, 87 días de siembra a comienzo de floración, planta de tipo moderno con hojas erectas, glabras, y una altura media de 84 cm, con un rendimiento promedio de 8972 Kg/ha. El Paso 144 es una variedad tipo tropical, ciclo largo, 102 días de siembra a floración, planta tipo semienana, de alto macollaje con hojas pilosas, con una altura media de 91 cm y un rendimiento de 8554 Kg/ha (Castro y Porto, 1994).

2. Tratamientos.

Para el análisis de los tratamientos se utilizará la denominación de Factor enfermedad y Factor nitrógeno. En cuanto al Factor enfermedad se realizaron tres manejos que consisten en:

- a) Inoculación artificial.
- b) Inoculación natural.
- c) Protección con fungicida.

En cuanto al Factor nitrógeno, también se realizaron tres manejos los cuales se detallan en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2: Manejo de la fertilización nitrogenada.

Nivel de nitrógeno	Siembra	Macollaje	Primordio	Elongación
Bajo (40 UN/ha)	20	20	-	-
Medio (70 UN/ha)	20	20	30	-
Alto (110 UN/ha)	20	20	30	40

Nota: Los valores corresponden a unidades de nitrógeno por hectárea.

El total de los tratamientos fueron nueve, los cuales resultan de la combinación de los Factores enfermedad y nitrógeno.

a. Factor enfermedad.

Para realizar la inoculación artificial, los esclerotos de *Rhizoctonia oryzae sativae* se colocan en un medio de cultivo compuesto de arroz entero y cáscara de arroz, y se lo deja hasta que colonice todo el medio. Luego ésta mezcla se muele, y se aplica en forma manual en el agua de riego a razón de 250 ml por parcela menor. Esta concentración de inóculo se considera adecuada para realizar una buena infección a nivel de parcela (Avila, S. Com. pers.).

En el tratamiento que comprende inoculación artificial, la misma se realiza próximo al momento de primordio en ambas variedades (22/01/97).

Por otra parte, en el tratamiento protegido se realizaron dos aplicaciones (28/01/97 y 7/02/97) de una mezcla de Silvacur+Carbendazim 50 % (500+800 ml/ha). La primera aplicación fue realizada al momento de primordio más 7 días en ambas variedades, mientras que la segunda aplicación fue 13 días previos a 50% de floración en Tacuarí y 28 días previos a 50 % de floración en El Paso 144.

b. Factor nitrógeno.

Al macollaje (31/12/96) se refertilizaron todas las parcelas con 40 Kg./ha de urea. Luego para los tratamientos con medio y alto nivel de nitrógeno se realiza una segunda refertilización en primordio (17/01/97 para Tacuarí y 22/01/97 para EP 144).

con 60 Kg./ha de urea. Para el tratamiento con alto nivel de nitrógeno se realiza una tercera refertilización en comienzo de elongación (6/02/97) con 90 Kg./ha de urea.

3. Muestreos.

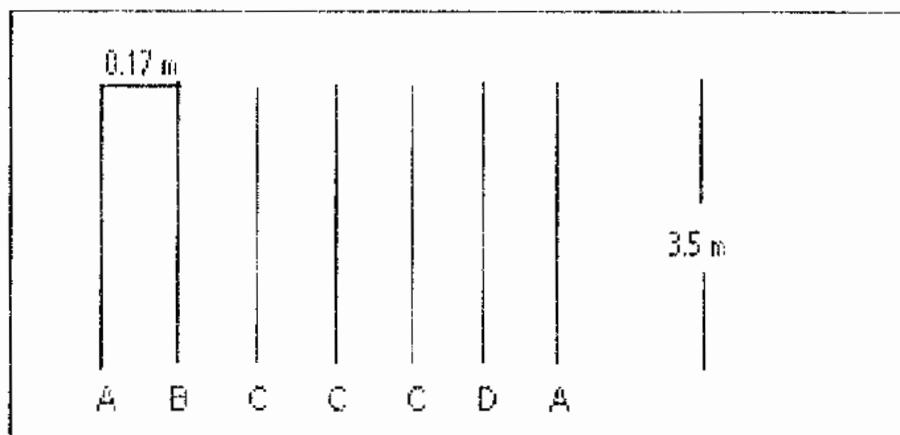
La determinación del momento de primordio y 50 % de floración fue llevada a cabo por Pablo Medina, encargado de la realización de lecturas de estado fenológico a nivel de campo.

Se realizaron muestreos en etapas fenológicas definidas: primordio (P), 50 % de floración (50 % de F), llenado de grano temprano (12 DPF), llenado de grano avanzado (25 DPF), y cosecha(C), dividiéndose la muestra en los diferentes órganos de la planta, determinándose materia seca y área foliar. A partir de estas mediciones básicas se determinó la curva de crecimiento de cada cultivar. Por otra parte se estudiaron las curvas de llenado de grano bajo los nueve tratamientos asignados. Esto se realizó mediante cinco muestreos realizados cada cinco días, a partir de los 12 días post 50 % de floración. A su vez se estudió el rendimiento y sus componentes en un muestreo realizado a cosecha.

D. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño del experimento utilizado en ambos cultivares es el de parcelas divididas con 4 repeticiones, correspondiendo la parcela mayor al factor enfermedad y la parcela menor al factor nitrógeno. A su vez para las determinaciones en el tiempo se utiliza el modelo de parcela sub-dividida. El tamaño de cada parcela mayor es de 18,4 m² mientras que el de la parcela menor es de 4,8 m². Por otra parte el área cosechada por parcela es de 1,785 m², correspondiente a las 3 hileras centrales de 3,5 m. de largo distanciadas a 0,17 m.. Se dejaron dos hileras para los muestreos destructivos de determinaciones de materia seca y de componentes de rendimiento, y dos exteriores como bordes así como 0,25 m. en cada cabecera de parcela. El área destinada para cada variedad es de 281 m².

Figura N° 1: Diseño de la parcela menor.



Nota: Parcela menor de 7 surcos: A (bordes), B (surco para muestreo de panojas) C (surco para determinar rendimiento) y D (surco para determinar evolución de materia seca).

Para el análisis estadístico (análisis de varianza, diferencias mínimas significativas y correlaciones) se utilizó el paquete Mstat-C, versión 2,1 Michigan State University. Por motivos prácticos la siembra de los experimentos se realizó en forma separada y contigua, de modo su análisis se ha realizado en forma separada utilizando el modelo de parcela dividida. Dado el valor asignado a algunas posibles interacciones de los tratamientos con variedades, se realizó en segunda instancia, el análisis en forma conjunta de ambas variedades.

E. MANEJO.

Las labores de preparación de la chacra comenzaron con laboreos de verano y realizando las labores de afinado en la primavera siguiente hasta obtener una sementera adecuada para la instalación del cultivo.

La siembra se realizó en condiciones de suelo seco el día 26/11/96 con una sembradora experimental de cajón y siembra a chorrillo, de 7 surcos y 0,17 m entre hileras a una densidad de 160 Kg./ha. Se realizó una fertilización basal de 110 Kg./ha de 18-46 a la siembra con una fertilizadora experimental Hege en todas las parcelas.

En cuanto al control de malezas se realizó una aplicación (17/12/96) de una mezcla de quinclorac (Facet) 1,65 lts./ha, propanil (48 %)(4,95 lts./ha) y plurafac (1.11lts /ha) como post emergente temprano(20 días post siembra).

El ensayo recibió el primer baño el 29/11/96 para promover la emergencia, y luego de la aplicación de herbicidas, fue inundado en forma permanente durante todo el ciclo del cultivo.

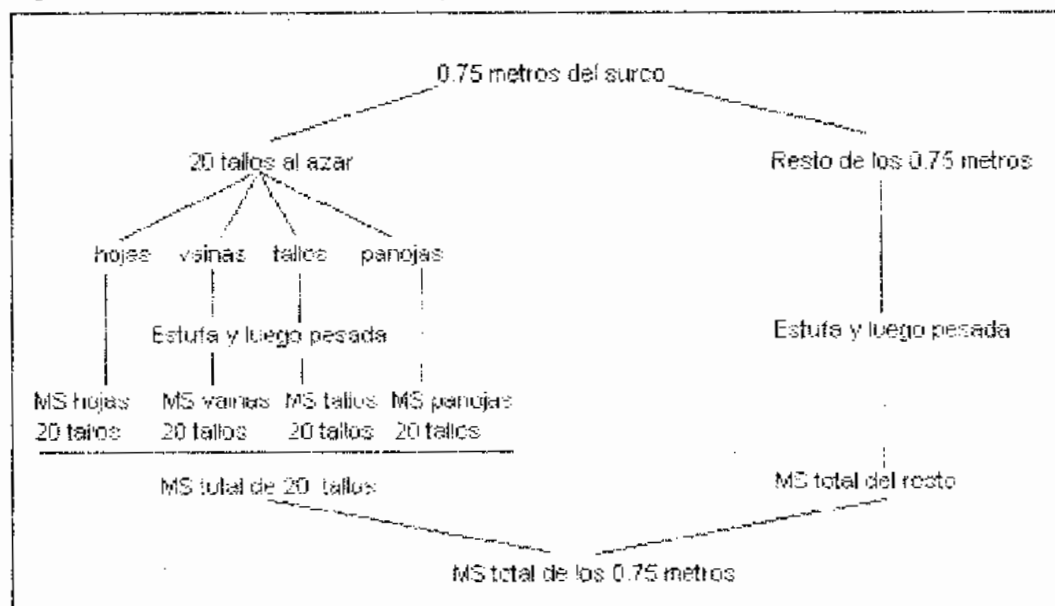
F. DETERMINACIONES Y REGISTROS.

1. Durante el ciclo de crecimiento.

a. Evolución de la materia seca.

Dentro de cada subparcela en el surco destinado a realizar los muestreos destructivos, se eligieron 0.75 metros representativos y se cortó con hoz al ras del suelo sin la raíz, esto se repitió durante cinco momentos: primordio (P), 50 % de floración (F), 12 días post 50 % de floración (F+12), 25 días post 50 % de floración (F+25) y cosecha (C) para ambos cultivares. La muestra se llevó a laboratorio en donde se determinó el número de macollos, y se sacó una submuestra al azar de 20 tallos a los cuales se los separó en sus distintas partes: hoja, vaina, tallo y panoja. Estos componentes se colocaban en un sobre de papel individual y se llevaban a estufa a 105 °C durante 24 horas hasta lograr 0 % de humedad. El resto de la muestra no presentó alteraciones siendo colocada en una caja de aluminio e iba directamente a estufa en igual condición que la submuestra. Posteriormente todas se pesaron en balanza electrónica digital (A&D Company) determinándose hasta décima de gramo, obteniéndose de esta manera la materia seca de hojas, vainas, tallos y panojas de 20 plantas.

Figura N° 2: Procedimiento seguido en cada muestreo.



Materia seca total por metro cuadrado se obtiene sumando la M.S. de las 20 plantas muestreadas más la materia seca del resto de la muestra y luego dividiendo entre 0,1275 (este valor surge del cociente $0,75 \times 0,17$).

Materia seca de hojas, vainas, tallos y panojas por metro cuadrado se

determina de la siguiente forma: $M.S. \text{ del } \acute{o}rgano/m^2 \text{ (Kg)} = (M.S. \text{ del } \acute{o}rgano \text{ de } 20 \text{ plantas} * M.S. \text{ total de } 0,75 \text{ mts.} / M.S. \text{ total de } 20 \text{ plantas}) / 0,1275.$

b. Evolución del área foliar.

A las hojas de las 20 plantas correspondientes a la submuestra determinada al azar, se le midió el largo y el ancho, el producto de ambas medidas se multiplicó por el coeficiente 0.802 obteniéndose así el área foliar por hoja y por sumatoria de dicho valor se determina el área foliar de la submuestra

El índice de área foliar (IAF) se calcula de la siguiente forma:

$IAF(m^2 \text{ hoja} / m^2 \text{ suelo}) = (A.F. \text{ } 20 \text{ plantas} * M.S. \text{ Total de } 0,75 \text{ mts.} / M.S. \text{ Total de } 20 \text{ plantas}) / 0,1275.$

c. Evolución del llenado de grano.

Dentro de cada subparcela en el surco destinado para dicha determinación se marcaron 120 panojas, que presentaban similar estado fenológico al momento de 50 % de floración (esas panojas escogidas ya se encontraban emergidas de la vaina). Se realizaron 6 determinaciones donde se muestreaban 20 panojas al azar.

Las muestras fueron llevadas a estufas a 105 °C durante 24 horas.

Con las panojas obtenidas en cada etapa fenológica se determinó:

- número de granos totales
- número de granos llenos
- número de granos chuzos
- peso por panoja
- peso de granos llenos
- peso de granos estériles

Con esta información se determinó:

- porcentaje de esterilidad
- peso de 1.000 granos

Estas panojas se trillaron a mano, luego fueron pasadas por un separador de grano (Kiya Seisakusho), obteniéndose así granos llenos y estériles. Posteriormente se realizó el conteo de granos mediante el uso de un contador (Kiya Seisakusho). Para obtener estas variables por panoja se dividen los valores de la submuestra por el número de panojas (20 panojas). El peso de las muestras se determinó con 0 % de humedad.

El porcentaje de esterilidad se determina dividiendo el número de granos estériles entre el número total de granos, multiplicados por 100.

Para obtener el peso de 1.000 granos con 0 % de humedad se contaron 1.000 granos llenos elegidos al azar y luego se pesaron.

2. En la cosecha.

a. Rendimiento y componentes.

Para determinar el rendimiento se tuvieron en cuenta los tres surcos centrales de cada parcela, los cuales se desbordaron 0,25 m en ambos extremos, quedando con una longitud de 3,5 metros, los cuales se cortaron con hoz y posteriormente se trillaron con trilladora estacionaria (Almaco). El grano obtenido se limpió con zaranda y ventilador y se secó hasta 13 % de humedad en secador de muestras experimental (Satake). Luego de secado se pesó en balanza electrónica (A&D Company), obteniéndose valores hasta décimas de gramos. El rendimiento por hectárea se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Kg/ha} = \text{Kg de subparcela} * 10.000 \text{ m}^2 / 1.785 \text{ m}^2.$$

El cálculo del área de la subparcela que fue cosechada se determina:

Area (m²) = largo parcela (3,5m) * distancia entre surcos (0,17m)* número de surcos (3).

Para la determinación de los componentes de rendimiento se realizaron las mismas determinaciones que en la evolución de llenado de grano, pero solo para el momento de cosecha.

b. Calidad industrial.

Para realizar este análisis se extrajeron muestras de 100 gramos de arroz cáscara, seco y limpio (obtenido en la cosecha de los tres surcos centrales). Cada muestra se pasó por un descascarador (Satake). A partir de la muestra de arroz cargo (arroz descascarado), los granos fueron pulidos en una pulidora experimental (Satake) durante dos minutos. De esta forma se obtiene el arroz blanco total y se expresa como porcentaje del arroz cáscara. Posteriormente con el arroz blanco total se procedió a separar los granos enteros de los quebrados durante 1 minuto en un cilindro alveolado. El rendimiento de grano entero se expresa como porcentaje del arroz cáscara. El porcentaje de grano quebrado surge de la diferencia entre el porcentaje de blanco total y el porcentaje de grano entero. Luego se determinó el porcentaje de grano yesado y de grano manchado en forma manual de la fracción de grano entero y de la de grano quebrado de cada muestra.

c. Índice de Cosecha.

Para la determinación de éste índice se utilizaron los datos de materia seca total (Kg/ha) y de rendimiento en grano (Kg/ha) obtenidos en el muestreo realizado en

madurez fisiológica. El índice de cosecha surge de la relación entre el rendimiento en grano y materia seca total. Este índice fue calculado solo en Tacuarí debido a inconvenientes registrados en El Paso 144.

d. Determinación de índices de severidad de las enfermedades

La lectura de enfermedades fue realizada por el ayudante especializado en fitopatología Luis A. Casales, 3 días previo a la cosecha. Para el análisis de los resultados de ataque de enfermedades se utilizó un índice de severidad de daño para cada parcela menor en ambas variedades.

Se registraron los porcentajes de tallos atacados asignándole grados y se estableció la siguiente fórmula de cálculo para ambas enfermedades (Yoshimura, citado por Ou, 1985):

$$\frac{(0A + 1B + 2C + 3D + 4E)}{4n} * 100$$

Donde:

A = % de tallos sin síntomas
observados= 100

n= número total de tallos

B = % de tallos con grados 1 y 3

C = % de tallos con grado 5

D = % de tallos con grado 7

E = % de tallos con grado 9

$$A+B+C+D+E= 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. FISIOLOGIA DE LOS CULTIVARES DURANTE EL CICLO DE CRECIMIENTO

1. Generalidades de los factores externos que influyen en el desarrollo del cultivo

a. Clima.

Analizando las características climáticas de la zafra 1996-1997, se observa que los valores registrados para temperatura y radiación se encuentran por encima de los normales (Anexo N° 1 a y N° 1 b).

No se registraron temperaturas mínimas decádicas por debajo de 15 °C en los meses de enero y febrero. Sin embargo, considerando las temperaturas mínimas diarias se observan días con valores por debajo de 15 °C (Figura N° 11). Es de destacar la importancia que tienen las bajas temperaturas en la etapa reproductiva, ya que en el período de 15 días previos a floración, temperaturas por debajo de los 15 °C pueden causar esterilidad y por lo tanto afectan el rendimiento final en grano. Las bajas temperaturas afectan la meiosis, incidiendo en la formación de gametos y por lo tanto en la fecundación.

A su vez, los valores de temperaturas medias decádicas ocurridas durante los meses de Noviembre-Marzo en general son un 6 % mayor con respecto a los de la Serie Histórica 1972-97, y a partir de la segunda década de febrero comienzan a registrarse valores menores a los normales.

En cuanto a la radiación solar, los valores acumulados de horas de sol, registrados para los meses de enero, febrero y marzo, son un 2 % más altos que los del promedio de la Serie Histórica 1972-97 (Anexo N° 1 a y N° 1 b).

En el período comprendido entre noviembre y marzo las precipitaciones fueron un 34 % inferiores en relación a la serie histórica 1992-1997. Por otra parte, la velocidad del viento así como la evaporación del tanque A fueron superiores a la serie histórica, siendo 22 y 10 superior, respectivamente para el período mencionado (Anexo N° 1 a y N° 1 b).

b. Manejo.

En ambas variedades el manejo realizado fue el mismo. Las labores de preparación de la chacra comenzaron con laboreos de verano, realizando las labores de afinado en la primavera. La siembra se realizó en condiciones de suelo seco el día 26/11/96. Para controlar las malezas se efectuó una aplicación de herbicida a los 20

días post siembra. El ensayo recibió un primer baño para promover la emergencia, y luego fue inundado en forma permanente durante todo el ciclo del cultivo.

c. Enfermedades y plagas.

En el ensayo existió un ataque importante del hongo *Sclerotium oryzae* que provoca podredumbre de tallos. En tanto, no se registró incidencia de plagas de importancia.

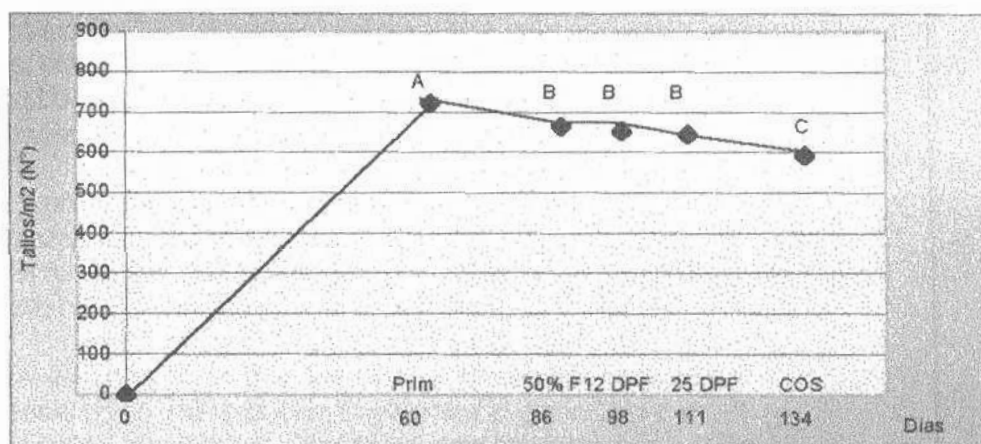
2. Duración del ciclo.

Ambas variedades presentaron un comportamiento diferente en cuanto a la evolución y duración del ciclo. El Paso144 presenta 147 días de ciclo total, llegando a 50 % de floración a los 101 días de ciclo. En cambio, en Tacuarí la duración del ciclo fue de 134 días llegando a 50 % de floración a los 86 días.

3. Evolución del macollaje.

En la variedad Tacuarí en un análisis conjunto, en que "momento" se considera como un factor adicional, se puede apreciar la existencia de un efecto significativo del mismo. Este es producto de una reducción en el número de tallos existente desde primordio hasta 50 % de floración, momento a partir del cual se mantiene hasta 25 DPF, para luego tener un nuevo descenso al momento de cosecha (Figura N° 3).

Figura N° 3: Evolución del número de tallos en Tacuarí.

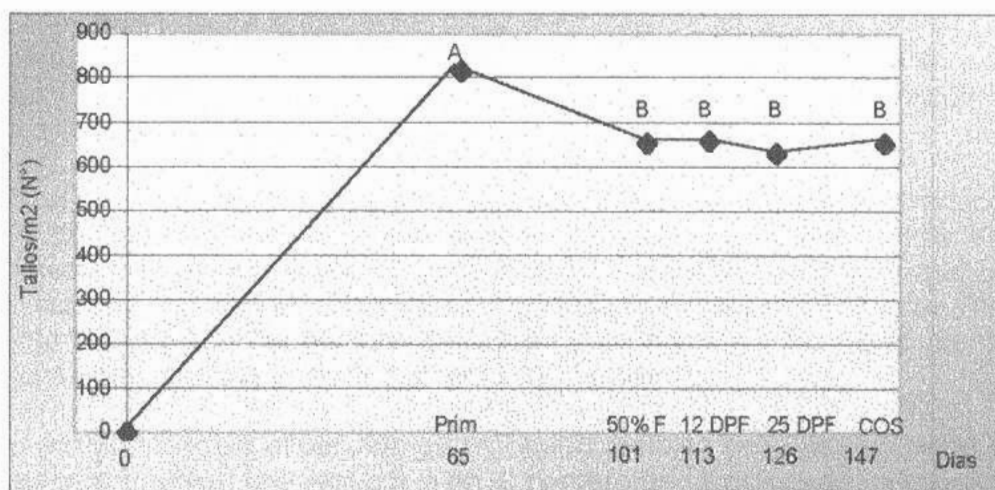


Nota: DMS= 51.0; $P < 0.05$ %.

Analizando el conjunto de los momentos de muestreo así como los momentos en forma independiente en Tacuarí, no se detectan diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción.

En cuanto a El Paso 144, el número de tallos descende desde primordio hasta 50 % de floración, manteniéndose luego hasta la cosecha (Figura N° 4), obteniendo un valor final de 652 tallos/m².

Figura N° 4: Evolución del número de tallos en El Paso 144.



Nota: DMS= 65.0; P<0.05.

Analizando el conjunto de los momentos, no se observan diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción.

Por otra parte, en El Paso 144 analizando los momentos en forma individual en 50 % de floración se observan diferencias significativas solo en el factor nitrógeno, obteniéndose una respuesta positiva en el número de tallos/m² en el manejo que implicó mayor dosis del mismo. Esto estaría indicando que ante un ambiente de mayor oferta de nitrógeno, se mantiene un mayor stand de tallos, producto de una menor mortalidad de estos. Esto demuestra que la disponibilidad de nitrógeno es un factor de competencia en la comunidad.

En un análisis conjunto de ambos cultivares, teniendo en cuenta lo mencionado en materiales y métodos en cuanto al diseño del experimento, se observan diferencias significativas entre cultivares en primordio y al momento de cosecha (CV=15.4 %)(Cuadro N° 3).

Es de considerar que los valores obtenidos a cosecha, son altos para ambas variedades debido a una buena implantación generada por las condiciones adecuadas en la época de siembra, al suministro de nitrógeno por fertilización y a las excelentes condiciones climáticas que se presentaron durante el desarrollo del ciclo del cultivo (F, Pérez de Vida com. pers.).

Cuadro N° 3: Evolución del número de Tallos en ambas variedades.

	Prim	50% F	12 DPF	25 DPF	Cos.
Tacuari	722 (100)	666 (92)	653 (90)	646 (89)	593 (82)
EP 144	816 (100)	654 (80)	659 (81)	629 (77)	652 (80)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al valor porcentual respecto al valor de primordio.

Como se puede apreciar en el Cuadro N° 3, El Paso 144 presenta en primordio una mayor densidad de tallos debido a su reconocida capacidad de macollaje, con respecto a Tacuarí.

En el momento de cosecha, en ambas variedades se observa una reducción en el número de tallos respecto a la observada en primordio. En Tacuarí el 82 % de los tallos presentes en primordio llegan a cosecha (593 tallos/m²), mientras que El Paso 144 el número de tallos se reduce rápidamente hasta 50 % de floración (representando el 80 % del número de tallos de primordio), para luego mantenerse hasta la cosecha logrando en este momento 652 tallos/m².

El comportamiento observado es reportado también por Baez y Toledo (1998). Dichos autores, señalan una reducción en el número de tallos desde primordio hasta la cosecha. En Tacuarí un 77% de los tallos presentes en el momento de primordio (640 tallos/m²) llegan a la cosecha, mientras que en El Paso 144 lo logra solo un 66 % (partiendo de 930 tallos/m² en primordio).

En cambio, Castro y Porto (1994), encontraron que desde primordio hasta 50 % de floración el número de tallos desciende para luego mantenerse hasta la cosecha tanto en El Paso 144 como en Tacuarí. En primordio El Paso 144 presentaba 636 tallos/m² y Tacuarí 524 tallos /m², manteniéndose a 50 % de floración un 76 % de los mismos en ambas variedades.

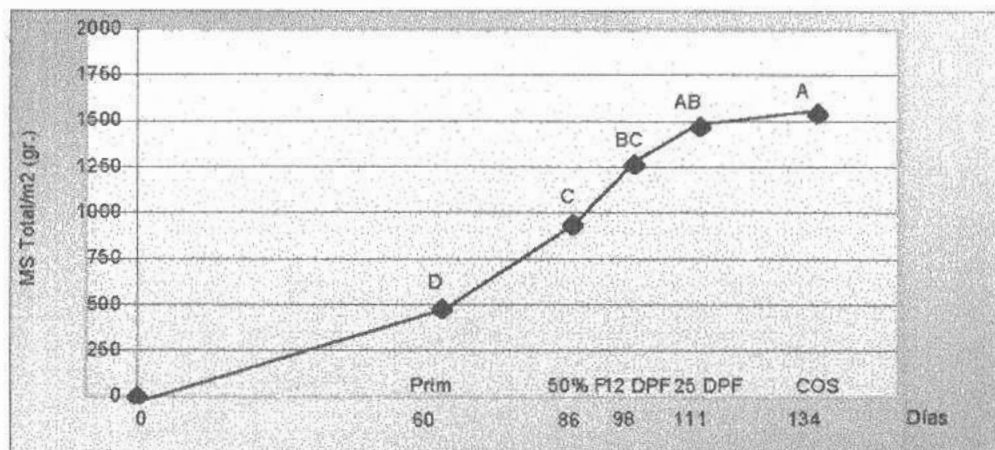
En función de esto, en el presente trabajo, se podría decir que en Tacuarí a partir de los 25 DPF ocurre una competencia entre tallos, en donde aquellos que presentan escaso desarrollo en dicho momento, mueren debido a la competencia por espacio y luz ejercida por tallos de mayor porte.

4. Evolución y partición de la materia seca.

a. Materia seca total.

En Tacuarí, analizando la evolución de la materia seca total en los distintos momentos de muestreo, se observan diferencias significativas entre los mismos (Figura N° 5), en los cuales se produce un incremento de la materia seca total desde primordio hasta 25 DPF, manteniéndose hasta la cosecha.

Figura N° 5: Evolución de la Materia seca total en Tacuarí.



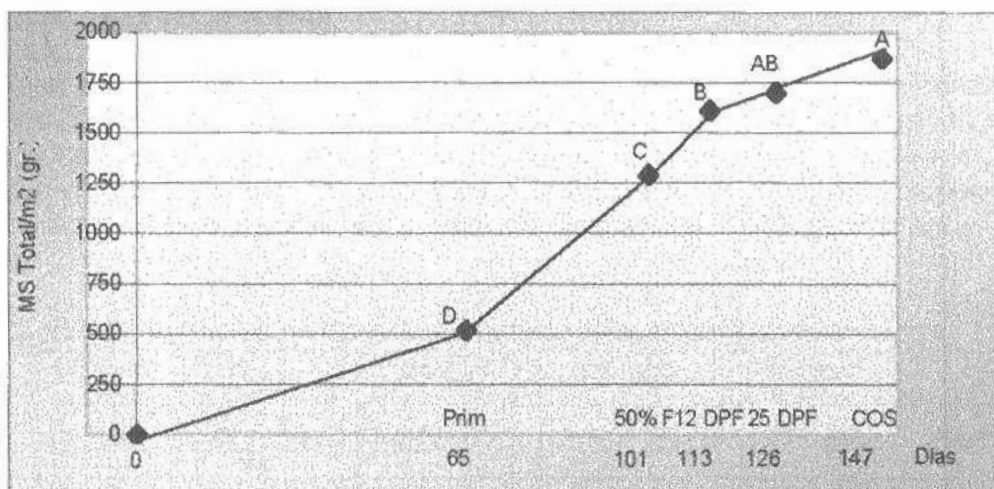
Nota: DMS= 272.0; $P < 0.05$.

Por otra parte, para el conjunto de los momentos no se observan diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se observa una tendencia ($P=0.15$; $CV=14\%$) para el factor nitrógeno, donde se observa que con el manejo de dosis crecientes de nitrógeno se produce un incremento de la materia seca total.

Realizando un análisis de cada uno de los momentos en el cultivar Tacuarí, solo se observa una tendencia ($P=0.13$; $CV=13\%$) en el factor nitrógeno a los 25 DPF, obteniéndose una respuesta positiva en la producción de materia seca total con el manejo de dosis crecientes de nitrógeno.

El Paso 144, como se observa en la Figura N° 6, presenta diferencias significativas entre momentos de muestreo, donde se produce un incremento en la materia seca total desde primordio hasta 25 DPF para luego mantenerse hasta la cosecha.

Figura N° 6: Evolución de la Materia seca total en El Paso 144.



Nota: DMS: 241; $P < 0.10$.

Analizando el conjunto de los momentos, en El Paso 144 se observa una interacción nitrógeno por enfermedad muy significativa, donde el tratamiento protegido no resultaría diferente a los sin protección para una dosis baja y media de nitrógeno (40 y 70 UN/ha), pero sin embargo se obtiene una respuesta significativa en la materia seca total en presencia de la dosis mayor de nitrógeno (110 UN/ha) con el agregado de 40 UN/ha en elongación. En función de lo expresado, para capitalizar el efecto de la fertilización nitrogenada en elongación, en la producción de la materia seca total, parecería ser importante el control químico de la enfermedad.

Sin embargo, no se observan diferencias significativas para el factor enfermedad ni para el factor nitrógeno. De todos modos se detecta una tendencia ($P=0.18$; $CV=12\%$) en el factor nitrógeno, donde la producción de materia seca total se incrementa con el manejo de dosis crecientes de nitrógeno.

Por otra parte, en El Paso 144, no se obtienen diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción cuando se estudian los momentos en forma individual. Mientras que, para el factor nitrógeno se observa una tendencia ($P=0.16$; $CV=12.6\%$ y $P=0.15$; $CV=8.3\%$, respectivamente) en 50 % de floración y en 25 DPF; en los cuales la materia seca total se incrementa cuando se utilizan dosis crecientes de nitrógeno. A su vez, en 25 DPF se observa una tendencia ($P=0.22$; $CV=8.3\%$) en la interacción nitrógeno por enfermedad que demuestra que en el tratamiento protegido al manejar dosis crecientes de nitrógeno se incrementa la materia seca total, mientras que en el tratamiento de inoculación artificial altas dosis de nitrógeno (110 UN/ha) provocan un descenso en la materia seca total. Al momento de cosecha se observa una tendencia ($P=0.17$; $CV=14\%$) para la interacción nitrógeno por enfermedad en la cual el tratamiento protegido y con alta dosis de nitrógeno (110 UN/ha), obtiene la mayor producción de materia seca total, por otra parte, en el tratamiento de inoculación artificial la dosis más baja de nitrógeno (40

UN/ha) es la que obtiene la mayor cantidad de materia seca total. Al igual que como fue mencionado anteriormente, para capitalizar el manejo de dosis alta de nitrógeno es necesario proteger al cultivo.

En el análisis conjunto de ambas variedades, se obtiene de modo concordante a trabajos anteriores, diferencias significativas entre cultivares para todos los momentos desde 50 % de floración hasta cosecha, donde El Paso 144 logra una producción máxima de materia seca total a cosecha de 1872 gr./m², superando la máxima producción de materia seca total de Tacuarí de 1543 gr./m² en el mismo momento.

Cuadro N° 4: Evolución de la Materia seca total en ambas variedades.

		Prim.	50% F.	12 DPF	25 DPF	Cos.
Tacuarí	Gr./m ²	477 (31)	933 (60)	1264 (82)	1471 (95)	1543 (100)
	Tasa (gr/día)		16.9	27.6	16	3.1
EP 144	Gr./m ²	519 (28)	1292 (69)	1611 (86)	1700 (91)	1872 (100)
	Tasa (gr/día)		21	25.6	6.8	8.19

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al valor porcentual respecto al valor de cosecha.

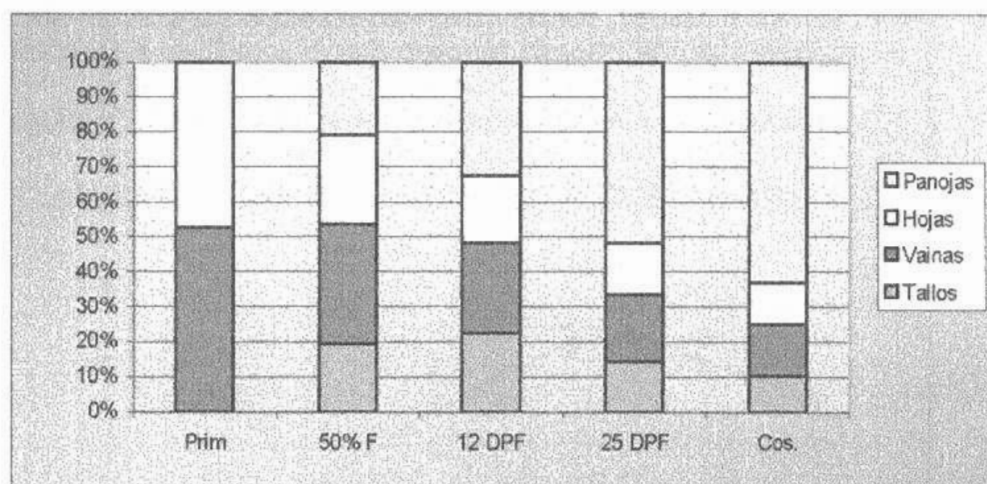
En las dos variedades, como se observa en el Cuadro N° 4, obtienen las mayores tasas de acumulación de materia seca total entre 50 % de floración y llenado de grano temprano (12 DPF), para luego continuar acumulando a tasas más bajas hasta la cosecha.

Castro y Porto (1994) y Báez y Toledo (1998), reportan que el cultivar Tacuarí acumula materia seca hasta madurez. En El Paso 144, Castro y Porto (1994) señalan que la materia seca total tiende a disminuir luego de los 12 DPF, mientras que Báez y Toledo (1998) indican que la máxima producción de materia seca total se logra en 50 % de floración manteniéndose luego hasta cosecha.

La materia seca total obtenida en El Paso 144, en el trabajo de Castro y Porto (1994) a 12 DPF es de 1710 gr./m², y en el trabajo de Báez y Toledo a 50 % de floración es de 1590 gr./m². En el presente trabajo, el comportamiento que presenta dicha variedad, en la cual la materia seca se incrementa hasta 25 DPF, se podría explicar por la baja acumulación de la misma a 50 % de floración (1292 gr./m²) en relación a la encontrada por los autores antes mencionados.

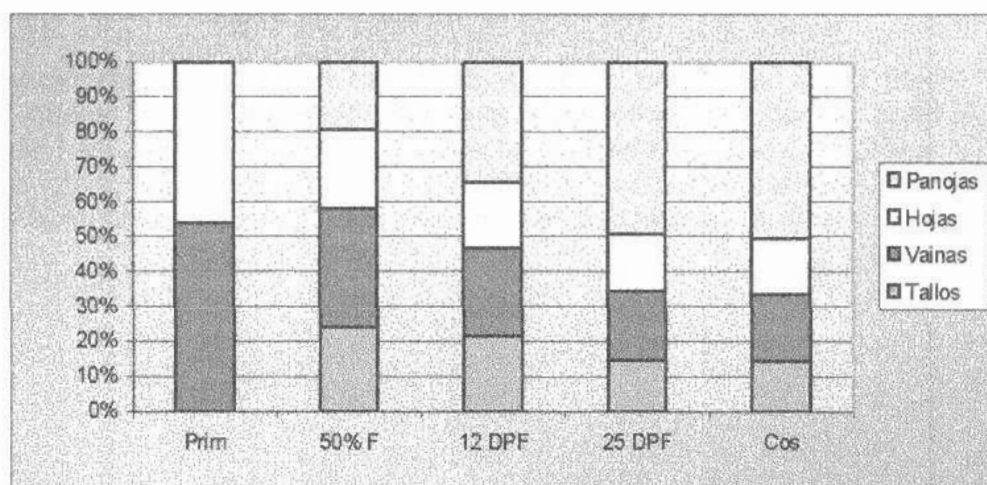
En Tacuarí la mayor tasa de acumulación de materia seca total entre 50 % de floración y 12 DPF (27.6 gr/día) se puede explicar por el incremento tanto de la materia seca en tallos como de la materia seca en panojas. (Figura N° 7).

Figura N° 7: Evolución de los componentes de la Materia seca en forma relativa en Tacuarí.



Mientras que, en El Paso 144 la mayor tasa de acumulación de materia seca en el mismo período (25.6 gr/día), se podría explicar principalmente por el incremento en la materia seca en panojas y no tanto por un incremento en la materia seca en los tallos (Figura N° 8).

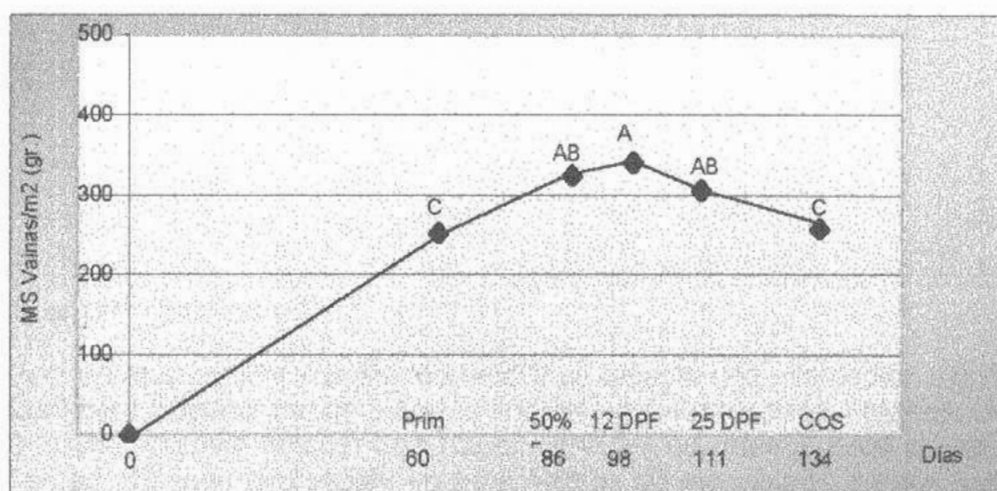
Figura N° 8: Evolución de los componentes de la materia seca en forma relativa en El Paso 144.



b. Materia seca de vainas.

En el estudio de este componente en Tacuarí, se observan diferencias significativas entre momentos de muestreo, donde Tacuarí acumula materia seca de vainas hasta 50 % de floración para después descender hasta la cosecha.

Figura N° 9: Evolución de Materia seca de vaina en Tacuarí.

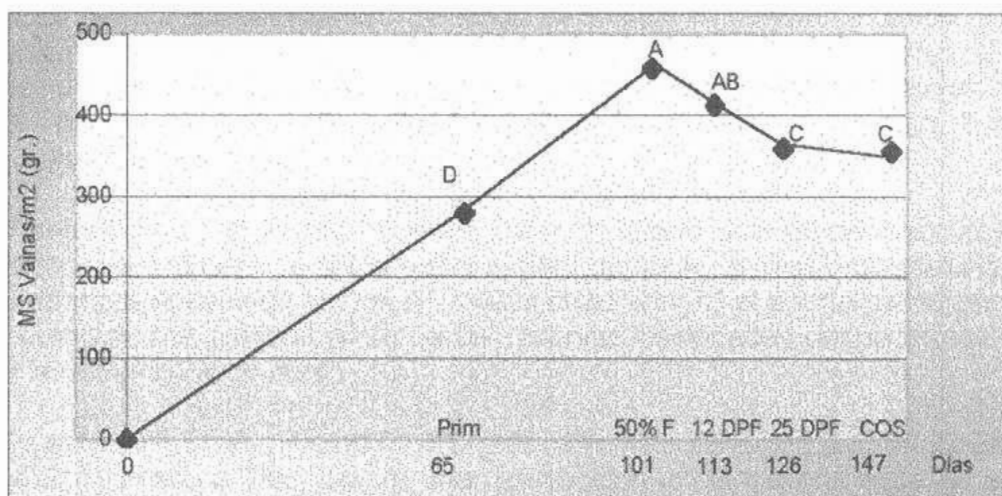


Nota: DMS: 46.0; $P < 0.10$.

Por otra parte, en Tacuarí, en el análisis conjunto de los momentos, así como en los momentos en forma independiente, no se encuentran diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio ni su interacción.

Analizando la evolución de la materia seca de vainas en El Paso 144, se observa que a 50 % de floración se logra la máxima producción, posteriormente descende hasta 25 DPF manteniéndose luego hasta la cosecha. Dicha evolución difiere con la reportada por Castro y Porto (1994), quienes indican que la materia seca de vaina aumenta hasta los 12 DPF pero descende hasta la cosecha.

Figura N° 10: Evolución de Materia seca de vaina en El Paso 144.



Nota: DMS= 52.0; $P < 0.05$

En el análisis conjunto de los momentos se detecta una interacción significativa enfermedad por nitrógeno, donde el efecto conjunto de la protección y manejo de dosis alta (110 UN/ha) permite obtener una mayor cantidad de materia seca de vaina. En cambio, no se obtienen diferencias en tratamientos de inoculación natural y artificial con las diferentes dosis de nitrógeno, logrando menor producción que la combinación mencionada en primera instancia.

En El Paso 144, estudiando el comportamiento por momentos se observa que a 50 % de floración es el momento en que la fertilización nitrogenada tiene el mayor impacto sobre la producción de materia seca de vaina, ya que al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementa la materia seca de la misma.

Por otra parte, analizando la evolución que presenta la materia seca de vaina en ambas variedades, se puede visualizar (Cuadro N° 5) que existen diferencias significativas en el comportamiento de las mismas.

Cuadro N° 5: Evolución de la Materia seca de vainas en ambas variedades.

		Prim.	50% F.	12 DPF	25 DPF	Cos.
Tacuarí	MSV (gr/m2)	252 (74)	324 (95)	341 (100)	306 (90)	258 (76)
	Tasa (gr/día)		2.7	1.4	-2.7	-2.1
EP 144	MSV (gr/m2)	280 (61)	458 (100)	413 (90)	359 (78)	355 (77)
	Tasa (gr/día)		4.8	-3.8	-4.2	-0.2

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al valor porcentual respecto al valor máximo.

En El Paso 144, el comportamiento que presenta la evolución de la materia seca en vainas, se podría explicar por la forma en que transcurre el llenado de granos, teniendo en cuenta que el número de tallos se mantiene constante desde 50 % de floración hasta la cosecha. El máximo P1000 granos totales se alcanza a los 22 DPF a expensas de la translocación de reservas desde las vainas y tallos, luego de este momento, dichos componentes no sufren variación en su peso debido a que los granos ya están llenos.

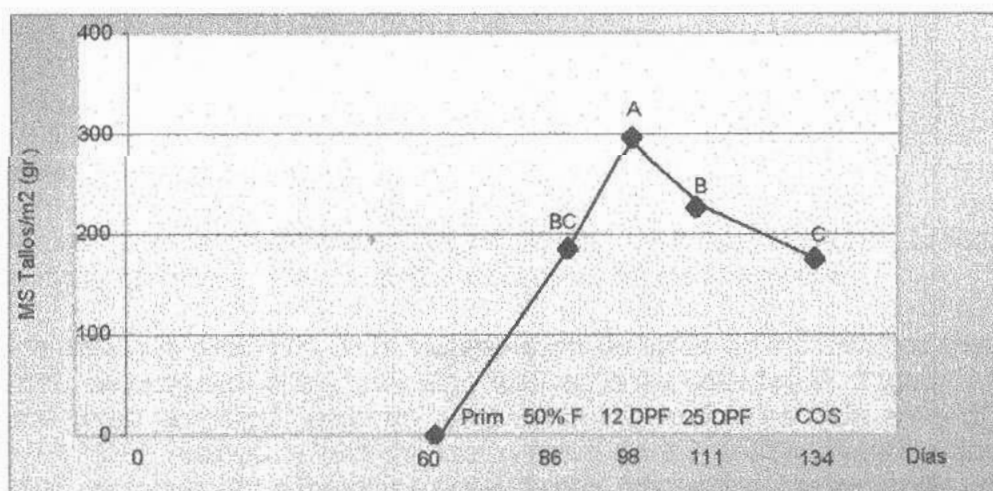
Mientras tanto, en Tacuarí pueden estar actuando dos factores: a) ocurre una disminución en el número de tallos hacia el final del ciclo, lo que provoca una menor cantidad de materia seca de vainas por metro cuadrado, b) el aporte de carbohidratos hacia el grano podría provenir tanto de las reservas traslocadas desde vainas y tallos como de la fotosíntesis en curso.

En este cultivar el máximo P1000 granos totales se alcanza a los 32 DPF (ver Figura N° 20), debido a esto, ocurre una disminución en la materia seca de vainas y tallos dada por una removilización de reservas hasta el final del ciclo, no pudiéndose determinar el momento exacto en que deja de translocar, debido a inexistencia de muestreos intermedios entre 25 DPF y cosecha.

c. Materia seca de tallos.

La materia seca de tallos en Tacuarí, como se observa en la Figura N° 11, disminuye a partir de los 12 DPF. Esta disminución se debe a una movilización de reservas desde tallos y vainas hacia la panoja, expresado por una disminución en el peso individual de los tallos, y a una disminución del número de tallos hacia el final del período, como ya fuera expresado en el análisis de materia seca en vainas

Figura N° 11: Evolución de Materia seca de tallos en Tacuarí.



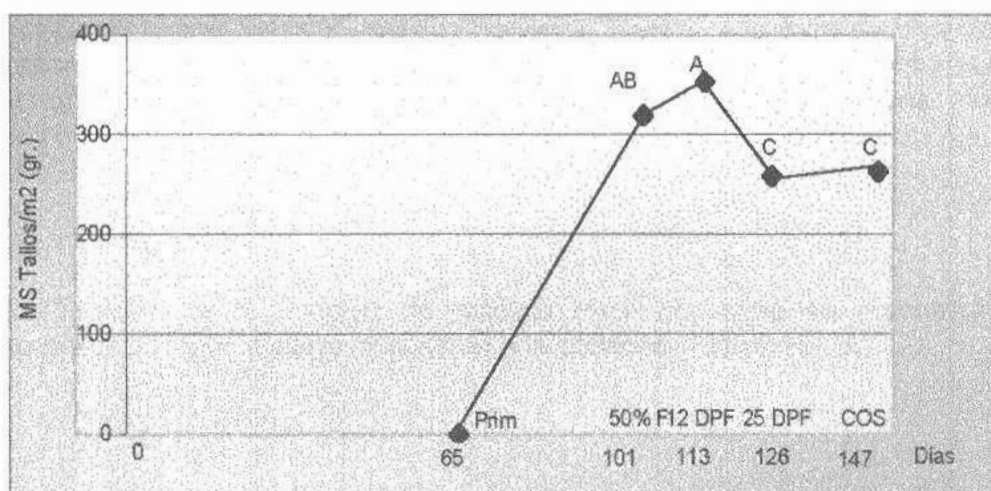
Nota: DMS: 49.0; $P < 0.10$.

Por otra parte, no se presentan diferencias significativas para el conjunto de los momentos de muestreo en los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción.

Al estudiar los momentos en forma independiente, se observa que el factor nitrógeno se hace más importante a medida que avanza el ciclo del cultivo. Así pues, en 25 DPF y a cosecha, el manejo de dosis crecientes de nitrógeno produce una respuesta en materia seca de tallos que significa una más lenta caída de la materia seca de los mismos, en aquellos tratamientos con más nitrógeno.

A diferencia de lo ocurrido en Tacuarí, en El Paso 144 la materia seca de tallos desciende desde los 12 DPF hasta los 25 DPF para luego mantenerse hasta la cosecha (Figura N° 12). Esta disminución se debe principalmente a la translocación de reservas hacia la panoja, expresado por una disminución en el peso individual de los tallos y no a un descenso en el número de tallos. Como se verá en el estudio de la evolución del llenado de granos, cercano a los 25 DPF, esta variedad habría alcanzado una alta proporción de su llenado de granos (95 % del máximo peso de panoja), demostrando así, la posible translocación de reservas desde los tallos a los granos.

Figura N° 12: Evolución de la Materia seca de tallos en El Paso 144



Nota: DMS= 52.5; P<0.05.

No se detectan diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción, para el análisis conjunto de los momentos.

Analizando la evolución de la materia seca de tallos en los distintos momentos de muestreo, se observan diferencias significativas entre variedades. Tacuarí presenta un incremento en la materia seca de tallos en la etapa comprendida entre 50 % de floración y 12 DPF, siendo la tasa de acumulación de 9.3 gr./día, mientras que en El Paso 144 no se observan diferencias entre dichos momentos, presentando una tasa de acumulación de 2.8 gr./ día.

Cuadro N° 6: Evolución de la Materia seca de tallos en ambas variedades.

		Prim.	50% F.	12 DPF	25 DPF	Cos.
Tacuarí	MSt (gr/m ²)	0	185 (63)	296 (100)	226 (76)	175 (59)
	Tasa (gr/día)		6.8	9.3	-7.4	-1.2
EP 144	MSt (gr/m ²)	0	319 (90)	353 (100)	259 (73)	263 (74)
	Tasa (gr/día)		8.6	2.8	-7.2	0.2

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al valor porcentual respecto al valor máximo.

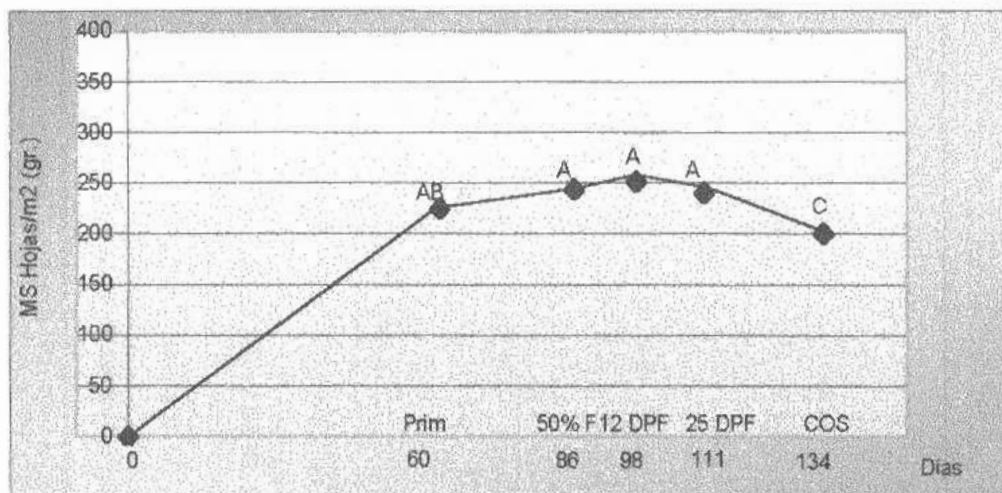
Castro y Porto (1994), realizando muestreos de materia seca en tallos a 50 % de floración, 12 DPF y a cosecha, reportaron que la misma descendía entre 12 DPF y cosecha en ambos cultivares. En este trabajo al contar con un muestreo a 25 DPF, se observa que en ambas variedades el mayor descenso en la materia seca de tallos se produce entre los 12 y 25 DPF.

En El Paso 144 a los 22 DPF se logró el máximo peso de panojas, por lo cual, a partir de ese momento no hay más movilización de reservas. Mientras que en Tacuarí el llenado de granos continúa hasta los 32 DPF, sin embargo ocurre un descenso en materia seca en vainas y tallos hasta la cosecha. Debido a la falta de muestreos de materia seca entre 25 DPF y cosecha, no es posible determinar el momento preciso en que dichos componentes dejan de translocar en ésta última variedad (Cuadros N° 5 y 6).

d. Materia seca de hojas.

En Tacuarí, la producción de materia seca de hojas se mantiene desde primordio hasta 25 DPF, y luego desciende a la cosecha (Figura N° 13).

Figura N° 13: Evolución de la Materia seca de hojas en Tacuarí.



Nota: DMS= 23.5; $P < 0.05$.

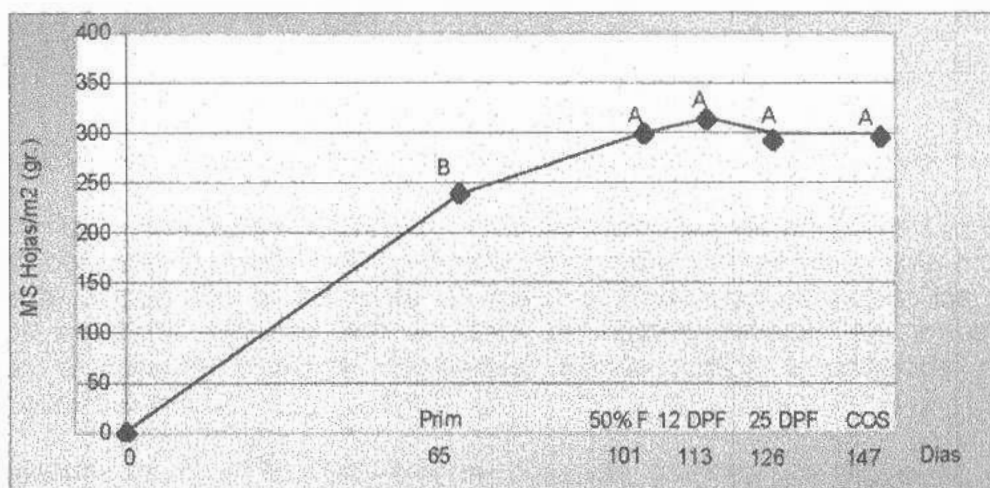
Por otra parte, Castro y Porto (1994) indican que la máxima producción de materia seca de hoja, se produce en 12 DPF (300 gr./m²), manteniendo a cosecha un 60 % respecto al máximo. Por su parte, Baez y Toledo (1998), también señalan que el valor máximo se obtiene en 12 DPF (268 gr./m²), manteniendo a cosecha un 65 % respecto al máximo.

Analizando el conjunto de los momentos en Tacuarí, se presentan diferencias significativas en el factor nitrógeno. Se puede observar que la fertilización nitrogenada tiene un efecto positivo, ya que al aumentar la dosis de nitrógeno se promueve un incremento en la materia seca de hojas.

Al estudiar los momentos en forma independiente, se observan diferencias por efecto del factor nitrógeno a partir de los 12 DPF hasta la cosecha. En ambientes con más nitrógeno se produce un incremento en la materia seca de hojas. Dicho comportamiento es reportado por Murata y Matsushima (1975), quienes indican que la fertilización nitrogenada provoca un aumento en el tamaño de hojas en variedades poco macolladoras.

En cuanto a la evolución de materia seca de hojas en El Paso 144, no se encuentran diferencias entre momentos de muestreo, excepto a primordio, como se puede ver en la Figura N° 14.

Figura N° 14. Evolución de la Materia seca de hojas en El Paso 144.



Nota: DMS= 32.0; $P < 0.05$.

Baez y Toledo (1998), indican que en El Paso 144 la máxima producción de materia seca de hoja se logra a 50 % de floración (475 gr./m²) y luego disminuye hasta la cosecha presentando una reducción del 48 % respecto al máximo. Castro y Porto (1994) también señalan que el máximo se obtiene a 50 % de floración (370 gr./m²) descendiendo abruptamente hacia la cosecha presentando un 16 % del valor máximo.

En el conjunto de los momentos, se observan diferencias significativas para la interacción nitrógeno por enfermedad. En el tratamiento protegido y con dosis alta de nitrógeno (110 UN/ha) se obtiene la mayor producción de materia seca de hojas. Por otra parte, en el tratamiento con inoculación natural e inoculación artificial, dosis media y alta (70 y 110 UN/ha, respectivamente) logra una producción de hojas importante. De acuerdo a lo mencionado, se produce un efecto sinérgico por efecto de la aplicación de fungicida y el manejo de dosis alta (110 UN/ha), que permite obtener una mayor producción de hojas.

En El Paso 144, analizando los momentos en forma independiente se observan diferencias significativas para el factor nitrógeno en 50 % de floración y 25 DPF, en los cuales al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementa la materia seca de hojas. No se observan diferencias para el factor enfermedad ni la interacción nitrógeno por enfermedad.

Realizando un análisis comparativo de la evolución de la materia seca de hojas de ambas variedades (Cuadro N° 7), se observan diferencias significativas en todos los momentos, siendo mayor la materia seca de hojas en El Paso 144.

Cuadro N° 7. Evolución de la Materia seca de hojas en ambas variedades.

	Prim.	50% F.	12 DPF	25 DPF	Cos.
Tacuari	225 (89)	244 (97)	252 (100)	235 (93)	201 (80)
EP 144	239 (76)	299 (95)	314 (100)	293 (93)	296 (94)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al valor porcentual respecto al valor máximo

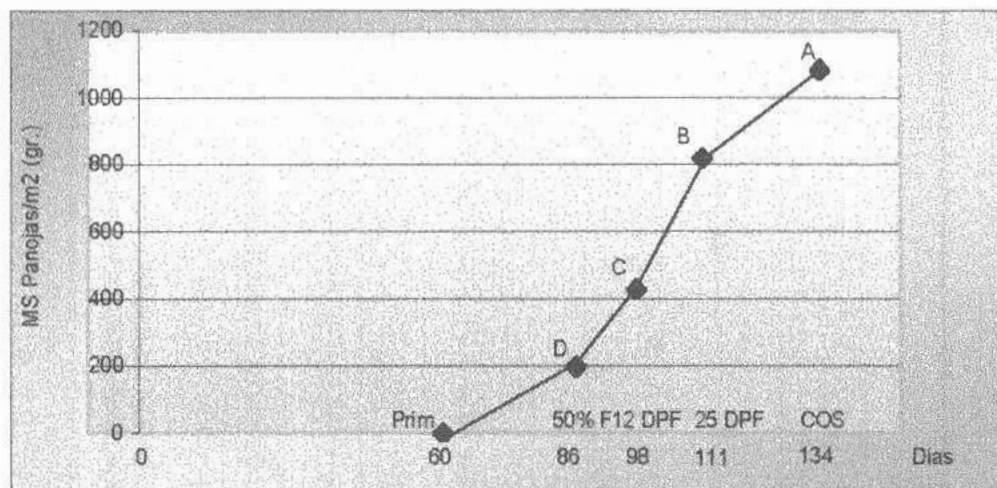
Como lo demuestra el Cuadro N° 7, la reducción sufrida en Tacuarí difiere a la reportada por Baez y Toledo (1998), siendo dicha reducción sensiblemente menor en el presente trabajo. En el momento de máxima producción de hojas, los valores obtenidos en dicha variedad son similares en ambos trabajos, sin embargo, la reducción a cosecha presenta diferencias, siendo mayor la señalada por los mencionados autores.

Mientras tanto, en El Paso 144, se observan grandes diferencias en el valor máximo obtenido, así como la reducción al final de ciclo, entre dichos autores y el presente trabajo. Estas diferencias se podrían explicar por la gran acumulación de materia seca de hojas que reportan dichos autores, en donde la competencia por espacio y luz entre plantas, produce una gran senescencia de hojas.

e. Materia seca de panojas

Tacuari finaliza el llenado de grano más tarde (32 DPF) y por lo tanto alcanza el máximo peso de panojas hacia el final de la etapa de llenado. De esta forma la materia seca de panojas aumenta hasta el período comprendido entre 25 DPF y cosecha, sin poder determinar el momento en que se logra la máxima producción de materia seca de la misma, como fuera mencionado anteriormente, debido a la ausencia de muestreos entre 25 DPF y cosecha (Figura N° 15).

Figura N° 15: Evolución de la Materia seca de panojas en Tacuarí.



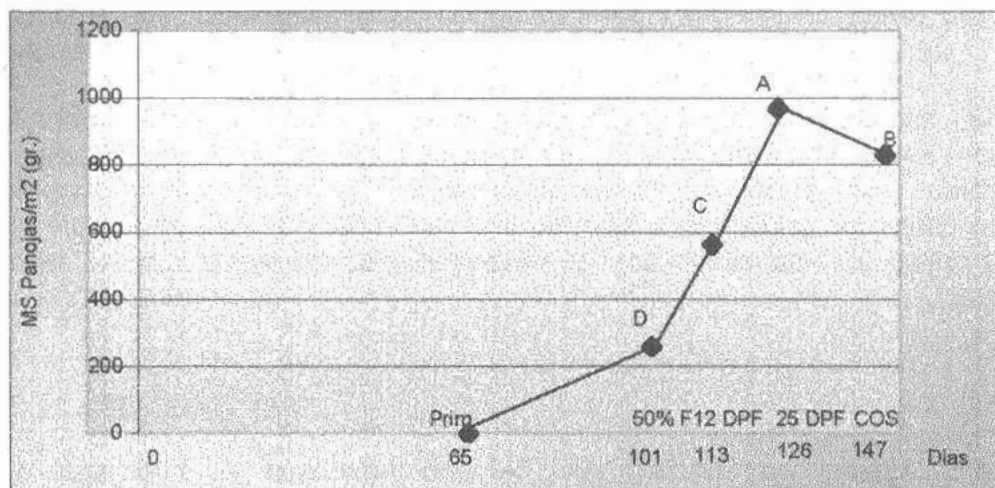
Nota: DMS: 131.6; $P < 0.05$.

Para el conjunto de los momentos, Tacuarí presenta una tendencia ($P = 0.17$; $CV = 17\%$) en el factor nitrógeno en la cual se observa que al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementa la materia seca de panojas. No se presentan diferencias para el factor enfermedad ni la interacción nitrógeno por enfermedad.

Analizando cada uno de los momentos no se detectan diferencias para los factores en estudio ni su interacción.

En cuanto al análisis del conjunto de los momentos en el cultivar El Paso 144, como se observa en la Figura N° 16, la materia seca de panojas se incrementa desde 50 % de floración hasta 25 DPF y luego desciende hasta la cosecha. La materia seca de panojas sigue una evolución similar a la del peso de panojas, donde ocurren altas tasas de llenado al inicio de la etapa de llenado, alcanzando la madurez fisiológica a los 22 DPF.

Figura N° 16: Evolución de la Materia seca de panojas en El Paso 144.



Nota: DMS= 125; $P < 0.05$.

En cuanto al análisis del conjunto de los momentos de muestreo, no se detectan diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno, ni su interacción.

Sin embargo, analizando los momentos en forma individual, únicamente se presentan diferencias significativas a los 25 DPF, por efecto del factor nitrógeno, observándose el incremento en la materia seca de panojas en tratamientos con mayor disponibilidad de nitrógeno.

Por otra parte, como se observa en el Cuadro N° 8, se detectaron diferencias significativas entre variedades en los diferentes momentos de muestreo.

Cuadro N° 8: Evolución de la Materia seca de panojas en ambas variedades.

		50% F.	12 DPF	25 DPF	Cos.
Tacuarí	MSp	198	429	821	1083
	(gr/m²)	(18)	(40)	(76)	(100)
EP 144	MSp	260	564	970	830
	(gr/m²)	(27)	(58)	(100)	(85)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al valor porcentual respecto al valor máximo.

En El Paso 144, el menor peso de la materia seca de panojas por metro cuadrado a la cosecha respecto a Tacuarí, se podría deber a la caída de granos, lo que podría estar explicando el menor rendimiento de este cultivar frente a Tacuarí.

En ambas variedades se realizaron correlaciones entre materia seca de panojas y materia seca total desde 50 % de floración a cosecha. En cuanto a El Paso 144, en 50 % de floración, 12 DPF y 25 DPF la correlación entre ambos componentes se encuentra en el entorno de $r = 0.75$ (muy alta y positiva). Sin embargo, en el último

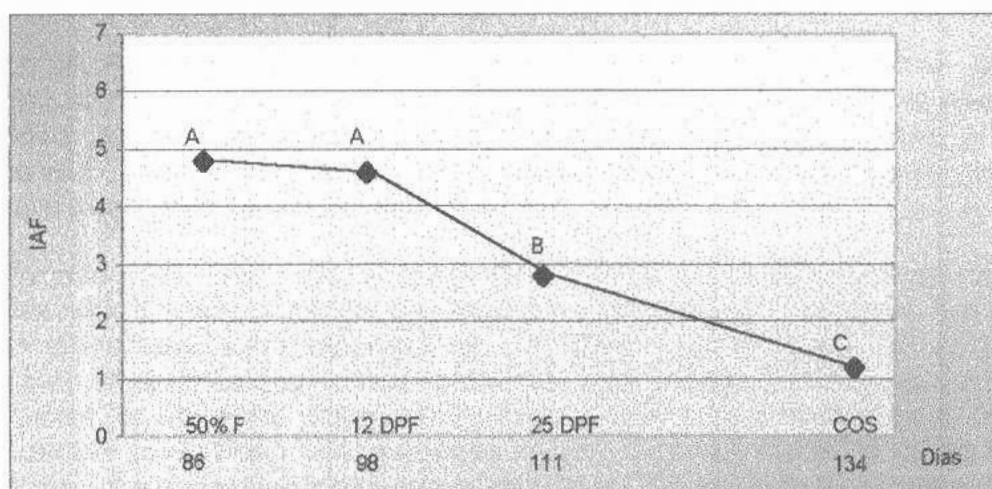
momento (cosecha) la correlación es baja ($r = 0.47$), lo que podría indicar que el aporte de materia seca que realiza la panoja a la materia seca total es menor que en los otros momentos. Esta disminución podría deberse a la caída de granos que ocurre en esta variedad como fuera mencionado anteriormente.

Mientras tanto, en Tacuarí, la correlación entre materia seca de panojas y materia seca total en 50 % de floración es $r = 0.47$, situándose en los tres momentos restantes en el entorno de $r = 0.7$. Esto de algún modo, podría estar indicando el menor aporte que realiza la materia seca de panojas a la materia seca total en 50 % de floración, debido a que en este momento la tasa de llenado de grano en esta variedad, aún es baja.

5. Índice de Área Foliar.

En cuanto a la evolución del IAF, en Tacuarí no existen diferencias significativas entre 50 % de floración y 12 DPF. A partir de este último momento se produce un descenso en el IAF hasta la cosecha (Figura N° 17).

Figura N°17: Evolución del índice de área foliar en Tacuarí.

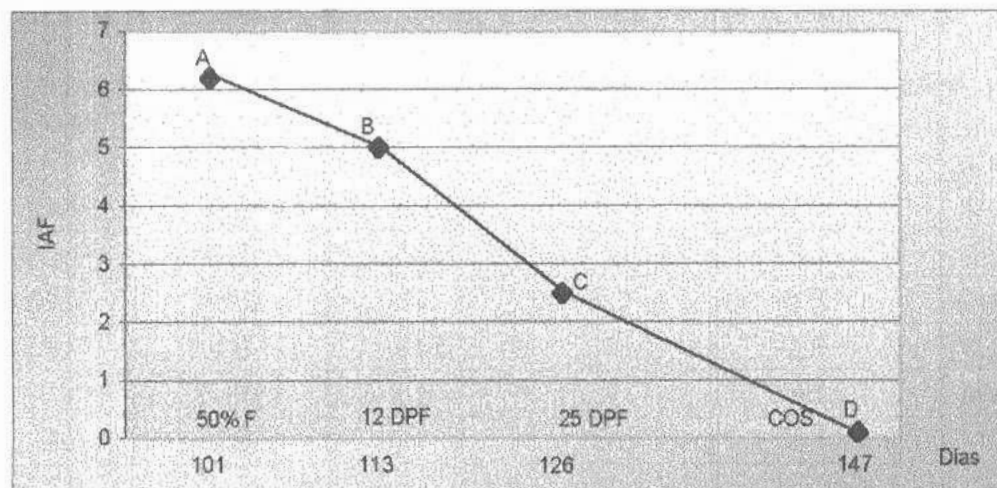


Nota: DMS: 1.5; $P < 0.05$.

En el análisis del conjunto de los momentos de muestreo, así como en los momentos en forma individual no se detectan diferencias significativas para el factor nitrógeno, enfermedad ni su interacción.

En cambio, en El Paso 144 como lo muestra la Figura N° 18, el máximo valor de IAF se logra a 50 % de floración descendiendo luego en forma marcada hasta la cosecha, existiendo diferencias significativas entre momentos de muestreo.

Figura N° 16: Evolución del índice de área foliar en El Paso 144.



Nota: DMS: 1.01; $P < 0.05$.

Teniendo en cuenta el conjunto de los momentos, se observan diferencias significativas para el factor nitrógeno donde a medida que aumenta la dosis se incrementa el valor de IAF. El mismo efecto es reportado por Tanaka et al (1964).

En El Paso 144, en los momentos en forma individual no se detectan diferencias significativas para el factor enfermedad ni la interacción nitrógeno por enfermedad, sin embargo se observan diferencias significativas para el factor nitrógeno en 50% de floración y 12 DPF donde se repite el comportamiento señalado, en el análisis del conjunto de los momentos.

Por otra parte, analizando el comportamiento en ambos cultivares, se observan diferencias significativas a 50 % de floración y a cosecha, mientras que no se observan diferencias entre cultivares a 12 DPF y a 25 DPF. En el período comprendido entre estos dos últimos momentos mencionados, ocurre una interacción en los valores de IAF entre ambas variedades, lo que estaría demostrando la caída abrupta del IAF en El Paso 144, que parte de un mayor valor a 50 % de floración y llega a la cosecha con un valor muy bajo (tan solo un 2 % de su máximo valor de IAF), en comparación con Tacuarí. La disminución del IAF en Tacuarí luego de los 12 DPF se produce a menores tasas que en El Paso 144, logrando mantener un mayor valor de IAF a cosecha (25 % del máximo valor obtenido).

Cuadro N° 9: Evolución del IAF en ambas variedades.

	50% F.	12 DPF	25 DPF	Cos.
Tacuarí	4.8 (100)	4.6 (96)	2.8 (58)	1.2 (25)
EP 144	6.2 (100)	5.0 (81)	2.5 (40)	0.1 (2)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al valor porcentual respecto al valor máximo.

Los resultados encontrados en cuanto a la evolución del IAF concuerdan con lo reportado por Castro y Porto (1994) para ambos cultivares, incluso en el momento en que se produce la interacción, sin embargo difieren los valores (Cuadro N° 10).

Cuadro N° 10: Comparación de la evolución del IAF entre Castro y Porto (1994), Baez y Toledo (1998), y Barreira y Patrón.

	50 % F.	12 DPF	15 DPF	25 DPF	Cos.
EP 144 (ByP)	6.2	5.0	-	2.5	0.11
EP 144 (CyP)	9.7	7.72	-	Sd	1.75
EP 144 (ByT)	11.2	-	7.7	6.7	sd
Tacuari (ByP)	4.8	4.55	-	2.8	1.19
Tacuari (CyP)	5.66	5.54	-	sd	3.54
Tacuari (ByT)	4.9	-	5.5	5.1	sd

Báez y Toledo (1998) encontraron en El Paso 144 un valor máximo de IAF de 11.2 a 50 % de floración disminuyendo a 6.7 a los 25 DPF, mientras que en Tacuarí el máximo IAF es de 5.5 logrado a los 15 DPF, disminuyendo a 5.1 a los 25 DPF. Lo reportado por estos autores difiere con lo encontrado en este trabajo tanto en los valores como en la ausencia de interacción antes mencionada.

Los bajos valores encontrados en el presente trabajo, se podrían explicar por la menor acumulación de materia seca total a 50 % de floración con respecto a la obtenida en los trabajos de Castro y Porto (1994), y Baez y Toledo (1998). Yoshida, (1981) encontró que un IAF de 4 a 8 es necesario para una buena fotosíntesis en arroz.

Por otra parte, se observa una correlación media y positiva ($r = 0.53$) entre el IAF y rendimiento en grano en Tacuarí para el promedio de los momentos, no ocurriendo lo mismo en El Paso 144, donde no hay correlación.

En El Paso 144 a los 12 DPF ocurre un descenso marcado del IAF, acompañado de un descenso de la materia seca en vainas y tallos. Se podría inferir que en este cultivar de ciclo largo, el llenado de granos ocurre básicamente en función de la translocación de reservas, presentando en el periodo de llenado de granos baja eficiencia fotosintética (a los 25 DPF presenta un 40 % del IAF máximo).

En Tacuarí después de 12 DPF el descenso en el IAF no es tan marcado, la materia seca en vainas y tallos desciende debido a la reducción en el número de tallos y en el peso individual de ambos componentes. De esta forma, se podría decir que en esta variedad es más importante la fotosíntesis en curso para el llenado de grano que la translocación de reservas.

En Tacuarí, aquellos factores que provoquen una disminución en el IAF (enfermedades, plagas, etc.) en el periodo de llenado de granos, podrían provocar un desbalance entre la fosa y la fuente, pudiendo pasar a ser limitante el IAF para el

llenado de granos. Por esta razón, se podría decir que El Paso 144 presenta cierta estabilidad en la concreción de los rendimientos frente a Tacuarí.

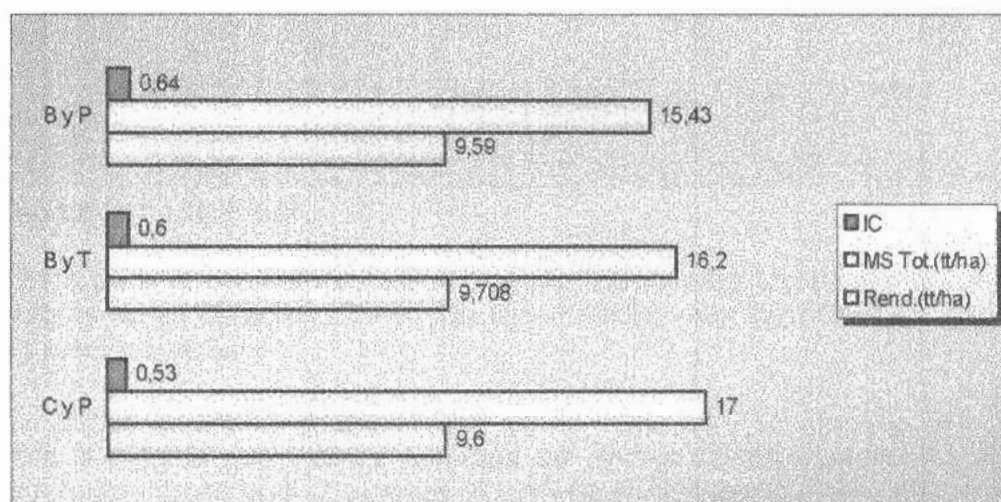
6. Índice de cosecha

De acuerdo a lo mencionado en Materiales y Métodos, el índice de cosecha será analizado sólo para la variedad Tacuarí.

En dicha variedad, analizando el componente índice de cosecha, no se detectan diferencias significativas por efecto de los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción.

En el conjunto de los tratamientos, el valor promedio obtenido es de 0.64. Este valor coincide con lo reportado por Baez y Toledo, 1998, quienes indican un índice de cosecha de 0.6 consecuencia de una buena acumulación de materia seca total a madurez (16200 Kg/ ha) y un rendimiento de 9708 Kg/ha. Sin embargo, Castro y Porto, 1994, señalan un menor índice de cosecha en Tacuarí (0.53) pero con una mayor producción de materia seca (17000 Kg/ha) y un rendimiento de 9600 Kg/ha (Figura N° 19).

Figura N° 19: Estudio comparado del Índice de cosecha entre Castro y Porto (1994), Baez y Toledo (1998), y Barreira y Patrón.



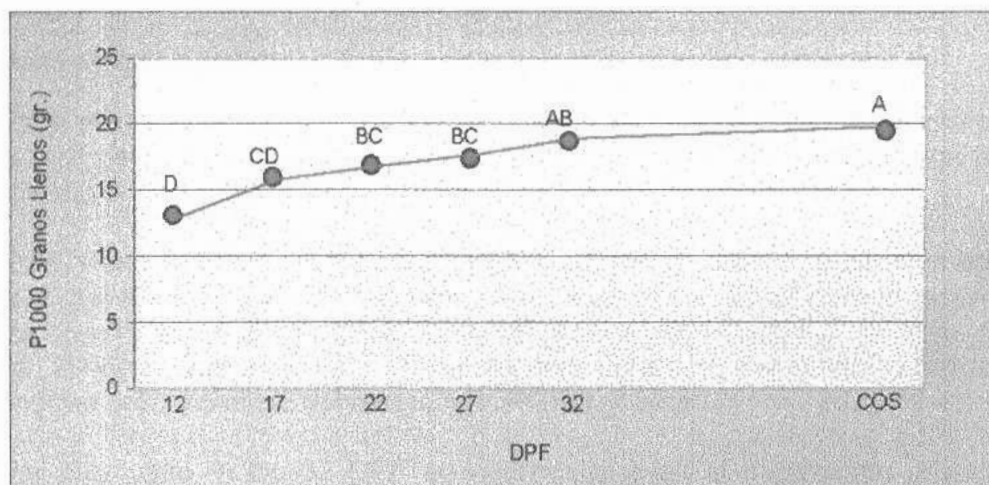
De acuerdo a lo mencionado, en el presente trabajo Tacuarí se comportó de forma más eficiente que los trabajos anteriores, indicando una relación fosa-fuente más adecuada.

B. EVOLUCIÓN DEL LLENADO DE GRANOS.

Para el estudio del llenado de granos de las dos variedades se tuvieron en cuenta las variables P1000 granos llenos, porcentaje de esterilidad, peso por panoja y número de granos por panoja.

En la Figura N° 20 se observa que el P1000 granos llenos en Tacuarí aumenta a medida que transcurren los días desde 50 % de floración en adelante, logrando el máximo peso a los 32 DPF, el cual se mantiene hasta la cosecha. Este comportamiento se debe a que al inicio de la etapa de llenado hay una alta proporción de granos parcialmente llenos más los que aún están vacíos. La máxima tasa de acumulación de carbohidratos ocurre entre 12 y 17 DPF (0.68 gr./día).

Figura N° 20: Evolución del P1000 granos llenos en Tacuarí.

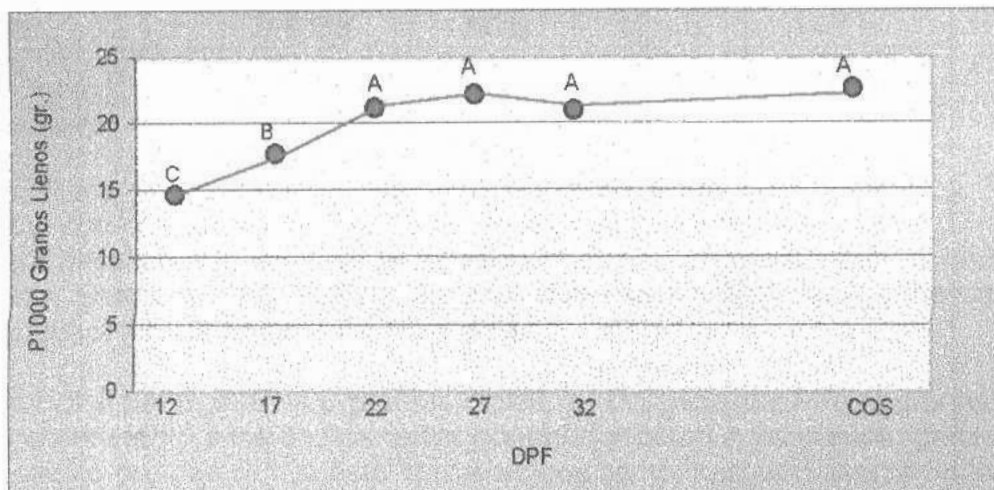


Nota: DMS= 1.98; $P < 0.05$.

Tanto para el conjunto de los momentos como para los momentos en forma independiente no se detectan diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción.

En cuanto al P1000 granos llenos en El Paso 144, se observa que éste se incrementa a medida que avanza la etapa de llenado, hasta alcanzar la madurez fisiológica (momento en que se alcanza el máximo P1000 granos), la cual ocurre a los 22 DPF, para luego estabilizarse (Figura N° 21). A diferencia de Tacuarí, El Paso 144 mantiene una alta tasa de llenado hasta los 22 DPF (0.66 gr./día), logrando en este momento alcanzar el 94 % del P1000 granos máximo. En cambio Tacuarí al mismo momento logra un 88 % del máximo P1000 granos.

Figura N° 21: Evolución del P1000 granos llenos en El Paso 144.



Nota: DMS= 2.1; $P < 0.05$.

En el estudio del conjunto de los momentos se observa una tendencia al 13 % (CV= 12.1 %) para el factor enfermedad, en donde la protección con fungicida provoca un incremento en el P1000 granos.

En El Paso 144, si se compara el P1000 granos en cada uno de los momentos, se observa que a los 22 y 27 DPF existen diferencias por el factor nitrógeno, en donde en ambos momentos se obtiene mayor P1000 granos con el manejo de dosis de 40 y 70 UN/ha. Mientras que a los 27 DPF se observa un efecto del control químico sobre la enfermedad con el cual se obtiene mayor P1000 granos.

Por otra parte, a los 32 DPF se observa que en el tratamiento protegido se obtiene mayor P1000 granos en los tres manejos de nitrógeno, mientras que en los tratamientos de inoculación artificial y natural el mayor P1000 granos se obtiene con 40 UN/ha. Con el manejo de 70 y 110 UN/ha en los tratamientos sin protección, la incidencia de las enfermedades es mayor (especialmente de *Sclerotium oryzae*) (Figuras N° 40 y 41), pudiendo ser ésta la causa del menor P1000 granos.

Las diferencias en el P1000 granos obtenidas durante la evolución del llenado no se visualizan al momento de cosecha, donde el mismo no varía por efecto de los tratamientos.

Analizando la evolución del P1000 granos llenos en las dos variedades, se observan diferencias significativas en todos los momentos (excepto 17 DPF).

Cuadro N° 11: Evolución del P1000 granos en ambas variedades.

	12 DPF	17 DPF	22 DPF	27 DPF	32 DPF	Cos.
Tacuarí	13.1 b	16.5 a	17.0 b	17.1 b	18.7 b	19.2 b
EP144	14.6 a	17.7 a	21.2 a	22.2 a	21.0 a	22.6 a

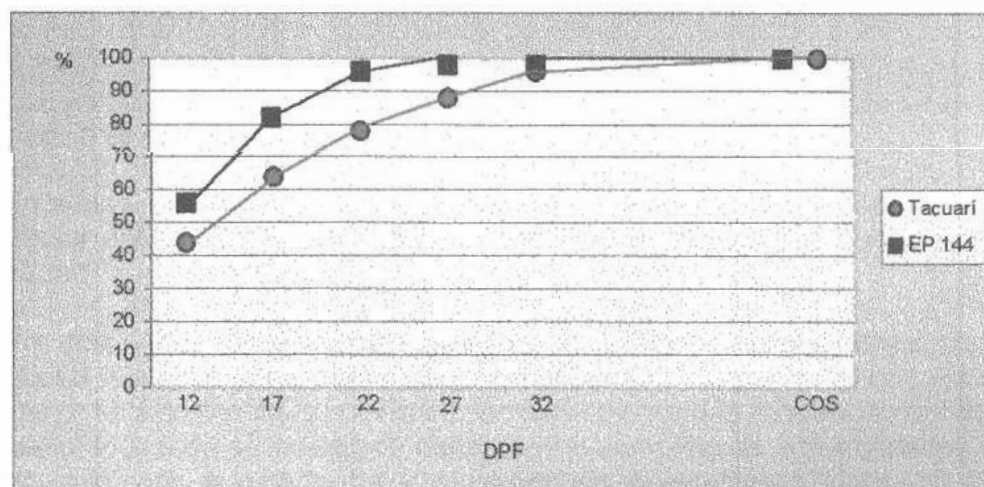
Nota: Medias en columnas seguidas de la misma letra no difieren según el test DMS al nivel de 5 % de significación.

El Paso 144 presenta mayor P1000 granos llenos con respecto a Tacuarí, logrando a cosecha 22.6 y 19.2 gr con 0 % de humedad, respectivamente (Cuadro N° 11). Estos resultados obtenidos se relacionan con lo expresado con la bibliografía consultada. Castro y Porto (1994), reportan que existen diferencias genéticas entre estas variedades en la variable P1000 granos.

Por otra parte, el P1000 granos totales, a diferencia del P1000 granos llenos, tiene en cuenta tanto a los granos llenos por panoja, como a los granos parcialmente llenos y vacíos por panoja. De esta forma, ambos componentes presentan diferencias en su evolución.

De esta forma, el P1000 granos totales en Tacuarí presenta un crecimiento sostenido hasta los 32 DPF (Figura N° 22). El mismo se produce con altas tasas (0.64gr./día) entre 12 y 17 DPF, aumentando luego a tasas inferiores hasta la cosecha. Al inicio de la etapa de llenado (12 DPF) ésta variedad logra un 44 % de su máximo P1000 granos totales, explicado en parte, por el alto porcentaje de esterilidad inicial. De acuerdo a esto, Tacuarí realiza un llenado desuniforme de la panoja, en donde la zona apical de la misma se llena antes. Del mismo modo se podría decir que en ésta variedad, al inicio del llenado hay un bajo porcentaje de granos llenos en relación a El Paso 144.

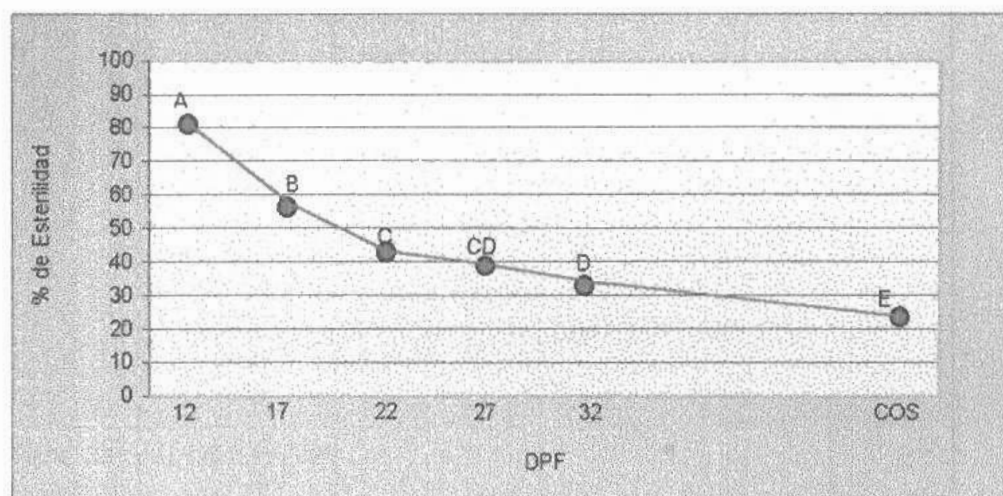
Figura N° 22: Evolución del P1000 totales en ambas variedades en valores relativos a peso máximo = 100 %.



En cambio en El Paso 144, a diferencia de Tacuarí, el P1000 granos totales aumenta hasta los 22 DPF, no observándose de ahí en más variación en su peso (Figura N° 22). A los 12 DPF se alcanza el 55 % del máximo P1000 granos totales, dado por el menor porcentaje de esterilidad. Si a lo mencionado anteriormente, se agrega que la tasa del P1000 granos totales para el período 12-22 DPF, es de 0.76 gr./día, se podría decir que en ésta variedad el llenado de granos es más rápido, ya que a los 22 DPF presenta el 96 % del máximo P1000 granos totales (Tacuarí al mismo momento logra el 78 % del máximo P1000 granos totales).

El porcentaje de esterilidad en Tacuarí disminuye hasta la cosecha (Figura N° 23). Se observa un alto porcentaje de esterilidad en el primer muestreo (12 DPF) el cual podría estar indicando un retraso en el comienzo del llenado de granos. En la primera etapa de llenado (12-17 DPF) ocurre una rápida caída en el porcentaje de esterilidad debido a la alta tasa de acumulación de carbohidratos en granos, verificada solo en este periodo. A partir de los 17 DPF la disminución en la esterilidad no es tan pronunciada debido al enlentecimiento en el llenado de granos que presenta esta variedad.

Figura N°23: Evolución del Porcentaje de esterilidad en Tacuarí.



Nota: DMS= 0.077; $P < 0.05$.

En el análisis conjunto de los momentos se observan diferencias significativas para el factor enfermedad, presentando el tratamiento protegido el menor porcentaje de esterilidad.

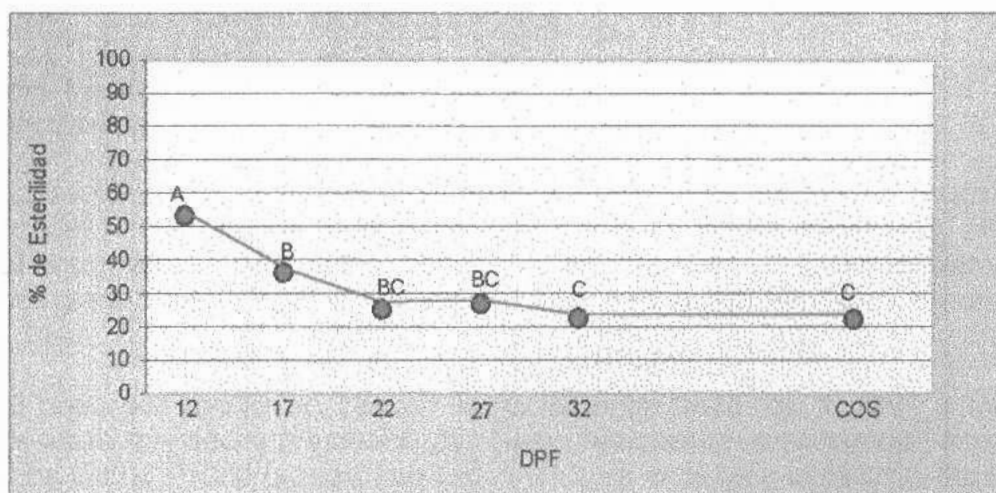
Por otra parte, con el manejo de 70 y 110 UN/ha se obtiene mayor porcentaje de esterilidad. Este comportamiento se podría deber a dos factores: a) con éstas dosis de nitrógeno, se incrementa la vulnerabilidad de la planta a la incidencia de patógenos por lo cual el índice de severidad de daño para el complejo de enfermedades de tallo es mayor, incidiendo de ésta forma en el porcentaje de esterilidad (Figura N° 40 y 42),

y b) la fertilización a primordio genera un mayor número de granos y por lo tanto un mayor potencial, el cual no logra ser concretado por la fuente.

Al igual que en el conjunto de los momentos, en cada uno de los mismos en forma independiente, se observan diferencias por efecto de los tratamientos. A los 22 DPF, 32 DPF y a cosecha el tratamiento protegido presenta menor porcentaje de esterilidad. Por otra parte a los 22 DPF se observan diferencias significativas para el factor nitrógeno, en donde el porcentaje de esterilidad es mayor en el manejo de 70 y 110 UN/ha.

El porcentaje de esterilidad en El Paso 144 disminuye hasta los 22 DPF y luego se estabiliza hasta la cosecha (Figura N° 24). De esta forma estaría finalizando la translocación de carbohidratos al grano ya sean provenientes de reservas (teniendo en cuenta que el peso de tallos y vainas disminuye hasta 25 DPF y luego se mantiene hasta cosecha) o de fotosíntesis en curso.

Figura N° 24: Evolución del Porcentaje de esterilidad en El Paso 144.



Nota: DMS= 0.1251; $P < 0.05$.

En El Paso 144, en el conjunto de los momentos se observa que, con el manejo de 70 y 110 UN/ha se obtiene el mayor porcentaje de esterilidad.

Asimismo, se encuentra que la interacción enfermedad por nitrógeno es significativa, por lo cual la respuesta en incremento de la esterilidad, ante un mayor suministro de nitrógeno está supeditada a la incidencia de la enfermedad. En este sentido, los manejos que implicaron las dosis mayores presentaron valores de esterilidad altos cuando no tuvieron protección. Es de destacar, sin embargo, que la protección con fungicida en esta variedad no se tradujo en valores significativamente inferiores de ISD.

En cuanto al porcentaje de esterilidad en El Paso 144 en cada uno de los momentos, se observa que a los 12, 17 DPF y a cosecha el manejo de 70 y 110 UN/ha presenta mayor porcentaje de esterilidad. A su vez a los 17 DPF el tratamiento protegido presenta el menor porcentaje de esterilidad. A los 32 DPF se observa una interacción significativa enfermedad por nitrógeno, en donde el tratamiento protegido presenta menor porcentaje de esterilidad en los tres manejos de nitrógeno en relación a los manejos de inoculación natural y artificial, cuyo análisis fue mencionado en párrafos anteriores. Sin embargo, a la cosecha sólo se observa un efecto del nitrógeno incrementando el porcentaje de esterilidad. Por lo tanto, el manejo del nitrógeno en diferentes momentos tendría efecto en el porcentaje de esterilidad con que termina ésta variedad.

Se observan diferencias significativas entre ambas variedades en la evolución del porcentaje de esterilidad. En todos los momentos excepto en la cosecha, Tacuarí presenta mayor porcentaje de esterilidad (Cuadro N° 12).

Cuadro N° 12: Evolución del Porcentaje de esterilidad en ambas variedades.

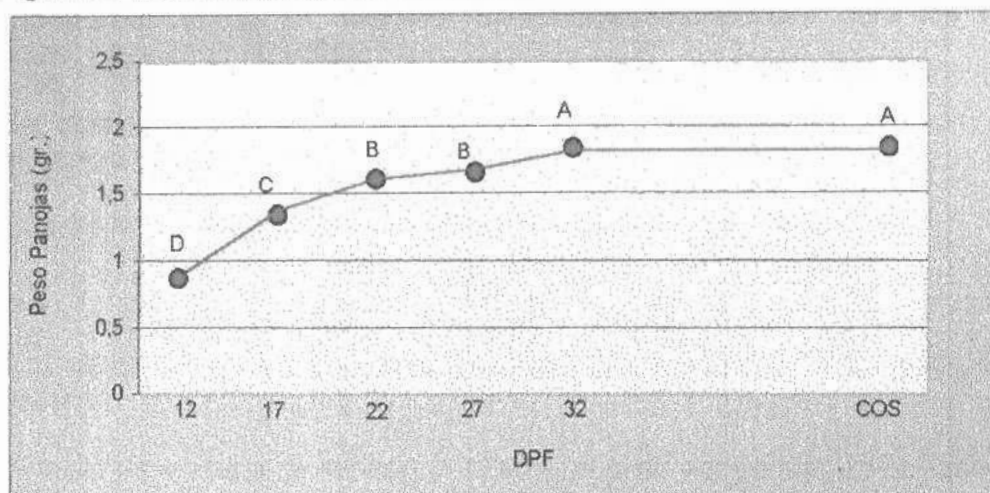
	12 DPF	17 DPF	22 DPF	27 DPF	32 DPF	Cos
Tacuarí	81.1 a	56.4 a	42.8 a	38.6 a	32.9 a	23.5 a
EP 144	53.3 b	36.2 b	25.3 b	29.4 b	22.4 b	22.2 a

Nota: Medias en columnas seguidas de la misma letra no difieren según el test DMS al nivel de 5 % de significación.

La evolución de los granos estériles presenta una tendencia opuesta a la evolución del P1000 granos totales, de esta forma se podría explicar la diferencia existente entre ambas variedades, donde Tacuarí presenta un enlentecimiento en el llenado de grano y por lo tanto un retraso en llegar a madurez fisiológica, en relación a El Paso 144.

El peso por panoja en Tacuarí se incrementa hasta los 32 DPF y luego se mantiene hasta la cosecha (Figura N° 25). Dicho incremento se encuentra íntimamente relacionado con el P1000 granos, que como ya fuera analizado anteriormente en ésta variedad, el mismo alcanza su máximo en el mismo momento (32 DPF).

Figura N° 25: Evolución del Peso por panoja en Tacuarí.

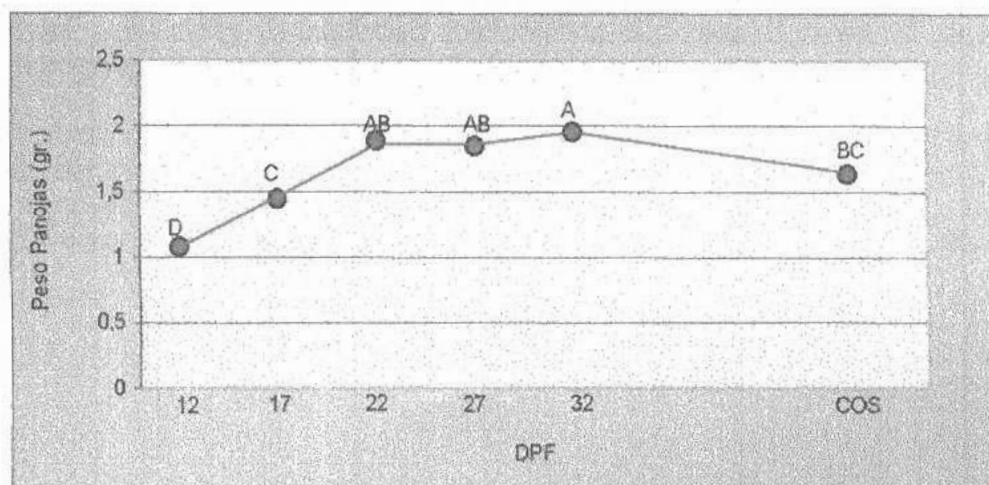


Nota: DMS= 0.17; $P < 0.05$.

En Tacuarí, tanto en el conjunto de los momentos como en los momentos en forma independiente, no se detectan diferencias en el peso por panoja en los diferentes tratamientos, al igual que lo ocurrido en ésta variedad con el P1000 granos.

En tanto en El Paso 144, el peso por panoja se incrementa hasta los 22 DPF, se mantiene hasta los 32 DPF y luego desciende hasta la cosecha, debido a la caída de granos llenos por sobremaduración (Figura N° 26). El hecho de que el peso por panoja se estabilice a los 22 DPF, se debe a que en ese momento ésta variedad alcanza su máximo P1000 granos.

Figura N° 26: Evolución del Peso por panoja en El Paso 144.



Nota: DMS= 0.23; $P < 0.05$.

En El Paso 144, analizando el conjunto de los momentos y los momentos en forma independiente, no se observan diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción.

Se observan diferencias significativas entre variedades, en la evolución del peso por panoja (Cuadro N° 13).

Cuadro N° 13: Evolución de Peso por panoja en ambas variedades.

	12 DPF	17 DPF	22 DPF	27 DPF	32 DPF	Cos.
Tacuari	0.87 b	1.34 b	1.63 b	1.66 b	1.84 b	1.84 b
EP144	1.08 a	1.45 a	1.86 a	1.85 a	1.96 a	1.64 a

Nota: Medias en columnas seguidas de la misma letra no difieren según el test DMS al nivel de 5 % de significación.

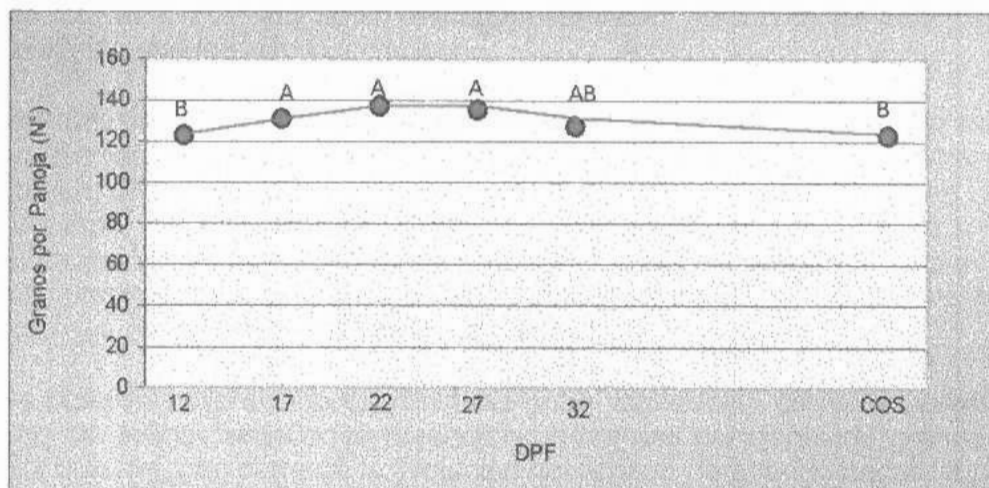
Al inicio de la etapa de llenado (12 DPF), el peso por panoja en El Paso 144 es mayor (55 % del peso máximo) debido principalmente a la alta proporción de granos llenos, mientras que Tacuarí en el mismo momento presenta menor peso de panojas (47 % del peso máximo) debido a la alta esterilidad. A los 22 DPF, El Paso 144 concreto el 95 % de su peso máximo por panoja, mientras que Tacuarí al mismo momento logra el 88 %.

Si El Paso 144 hubiera mantenido el peso por panoja hasta la cosecha, teniendo en cuenta que presenta más panojas por metro cuadrado en dicho momento, sería esperable un rendimiento mayor al obtenido.

Analizando dicha evolución, se podría decir que la variedad de ciclo largo (El Paso 144) inicia antes el llenado de grano que la variedad de ciclo corto (Tacuarí). Esto se debería, de acuerdo a antecedentes (García y Pintos, 1997), a que la variedad de ciclo largo realiza el llenado de grano en base a la traslocación de reservas presentes en tallos y vainas, originadas antes de la floración. Mientras que en la variedad de ciclo corto, la actividad fotosintética realizada durante el período de llenado tendría mayor importancia en el llenado de grano.

El número total de granos por panoja en Tacuarí se mantiene constante durante gran parte del llenado de granos, observándose una tendencia a disminuir en el último momento (cosecha), debido posiblemente a la caída de granos por desgrane (Figura N° 27). El número final de granos obtenido en ésta variedad es de 123 granos por panoja.

Figura N° 27: Evolución del Número total de granos por panoja en Tacuarí.

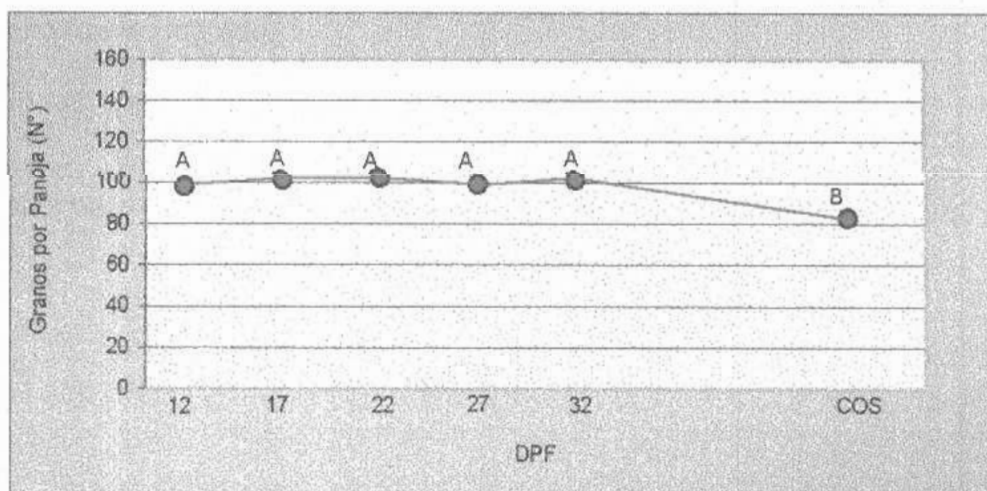


Nota: DMS= 12.5; $P < 0.05$.

En el análisis del conjunto de los momentos y a los 32 DPF, solo se observan diferencias en el número de granos por panoja ante el manejo del nitrógeno, en donde con dosis de 70 y 110 UN/ha (las cuales incluyen la aplicación a primordio de 30 UN/ha) se incrementa el número de granos totales por panoja.

En tanto en El Paso 144, la evolución del número de granos totales por panoja, como se observa en la Figura N° 28, hasta 32 DPF no presenta diferencias entre momentos, sin embargo, al momento de cosecha el número desciende a 83 granos por panoja, debido a la caída de granos sobremaduros.

Figura N° 28: Evolución del Número total de granos por panoja en El Paso 144.



Nota: DMS 12.3; $P < 0.05$.

En cuanto al conjunto de los momentos, se observa que con el manejo de dosis media y alta de nitrógeno (70 y 110 UN/ha, respectivamente) se obtiene mayor número de granos totales. En cambio no se detectan diferencias para el factor enfermedad, ni en la interacción enfermedad por nitrógeno.

Por otra parte, a los 17, 22, 27 y 32 DPF hay diferencias por efecto del factor nitrógeno. En los momentos mencionados, la utilización de 70 y 110 UN/ha obtiene mayor número de granos totales. Pese a esto, al momento de cosecha no se detectan diferencias entre tratamientos. La fertilización a primordio si bien genera un mayor potencial de granos, el mismo no se ve reflejado a cosecha, siendo la causa de este fenómeno la mayor caída de granos en dichos tratamientos (70 y 110 UN/ha), frente al tratamiento que no incluye la fertilización a primordio.

Se observan diferencias significativas entre variedades, como se aprecia en el Cuadro N° 14. Ambas variedades presentan un número constante de granos totales por panoja durante gran parte de la evolución del llenado para luego decaer a partir de los 32 DPF como consecuencia del desgrane, siendo mayor el mismo en El Paso 144 (15 %), debido a que al momento de cosecha se encuentra más maduro que Tacuarí, en donde el desgrane representa tan solo un 4 %.

Cuadro N° 14: Evolución del Número total de granos en ambas variedades.

	12 DPF	17 DPF	22 DPF	27 DPF	32 DPF	Cos.
Tacuarí	123 a	131 a	137 a	135 a	127 a	123 a
EP 144	98 b	101 b	102 b	99 b	101 b	83 b

Nota: Medias en columnas seguidas de la misma letra no difieren según el test DMS al nivel de 5 % de significación.

Si bien Tacuarí presenta mayor número total de granos por panoja, el peso por panoja es mayor en El Paso 144 hasta los 32 DPF debido a una mayor participación del P1000 granos. El menor peso por panoja a cosecha en El Paso 144, como consecuencia del desgrane sufrido, podría ser uno de los factores que explicarían el menor rendimiento logrado.

En las dos variedades se observan efectos del factor nitrógeno en cuanto al manejo del momento y la dosis a aplicar. Esto sugiere que el nitrógeno es determinante en la fase reproductiva para promover un número de granos potencialmente mayor, lo cual es respaldado por Murata y Matsushima (1975).

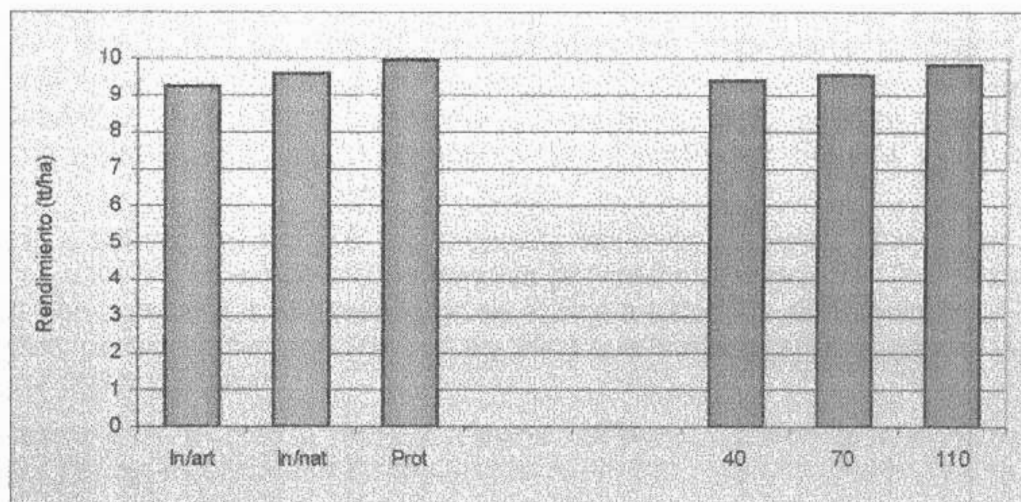
C. RENDIMIENTO Y COMPONENTES.

1. Rendimiento.

Analizando la variedad Tacuarí, el rendimiento promedio de todos los tratamientos es de 9.59 t/ha.

No se observan diferencias significativas en la productividad de esta variedad para los diferentes tratamientos aplicados, es de considerar que se obtuvo un coeficiente de variación de 6.25 %. Sin embargo, el factor nitrógeno a medida que se incrementa la dosis, presenta una tendencia al 22.9 % a aumentar el rendimiento. Por otra parte, el factor enfermedad presenta una tendencia al 31 %, en donde el tratamiento protegido con fungicida logra el mayor rendimiento, seguido por el tratamiento de inoculación natural. Si bien, ambas variables presentan una probabilidad de error relativamente alta, tratan de explicar las diferencias entre tratamientos observadas en la Figura N° 29.

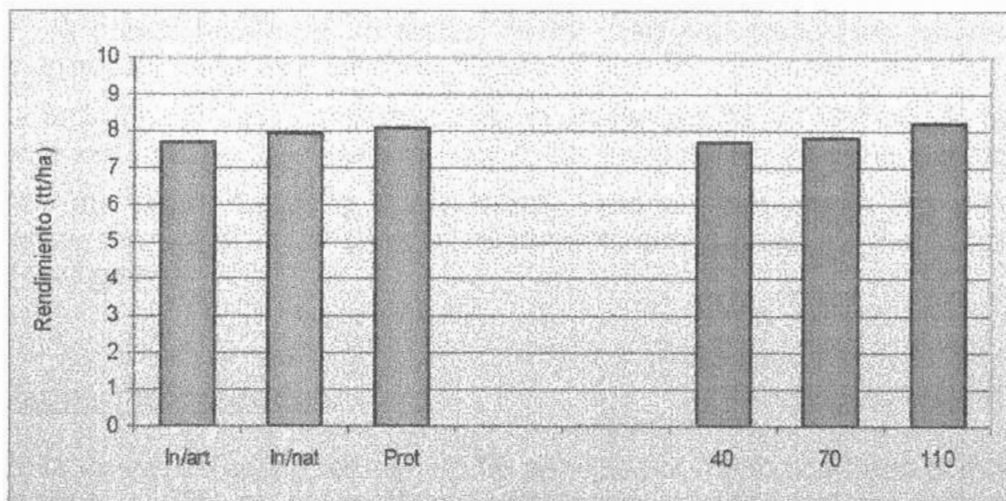
Figura N° 29: Rendimiento de Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.



En tanto, en El Paso 144 el rendimiento logrado en el promedio de los tratamientos es de 7.91 t/ha.

A diferencia de Tacuarí, en El Paso 144 el manejo de 40UN/ha en elongación (tratamiento de 110 UN/ha totales) provocó el mayor rendimiento (Figura N° 30). No se detectan diferencias para el factor enfermedad ni la interacción enfermedad por nitrógeno (CV= 5.77 %).

Figura N° 30: Rendimiento de El Paso 144 en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.



Existen diferencias significativas entre variedades (CV= 5.95 %), donde el rendimiento es mayor en Tacuarí que en El Paso 144.

Por otra parte, en Tacuarí se observa una correlación positiva y muy significativa entre el rendimiento con el componente panojas por metro cuadrado ($r=0.37$) (Cuadro N° 15), mientras que existe una tendencia al 17 % entre rendimiento y número de granos por panoja, confirmando lo señalado por Ferreira y Montauban (1998).

Estos autores indican que para épocas siembras normales el rendimiento en Tacuarí se asocia con el número de panojas por metro cuadrado ($r=0.48$), mientras que para siembras tardías el rendimiento se asocia a todos los componentes en forma balanceada, pero en mayor medida con aquellos que contribuyen a un alto número de granos por metro cuadrado.

Castro y Porto (1994), para la misma variedad, señalan que el número de granos por panoja es el componente que más se correlaciona con el rendimiento.

En tanto, el rendimiento en El Paso 144 se correlaciona negativa y significativamente con el porcentaje de esterilidad ($r=-0.37$) (Cuadro N° 15).

Ferreira y Montauban (1998), manejando información de ocho años (desde la zafra 89-90 a 96-97), señalan que en siembras normales (octubre-noviembre) en El Paso 144 el rendimiento se asocia negativa y significativamente con la esterilidad ($r=-0.43$). Los genotipos japónicas, en cambio, para dicho período de siembra no presentan tal asociación entre dichas variables. También agregan que El Paso 144 se correlaciona positivamente con el peso de grano ($r=0.34$). En siembras tardías (diciembre) la asociación del rendimiento con la esterilidad se incrementa notoriamente ($r=-0.78$) en El Paso 144, no siendo tan así con el peso de granos, cuya correlación con el rendimiento se mantiene relativamente constante ($r=0.41$).

A diferencia de lo reportado por dichos autores, la incidencia de bajas temperaturas (que por lo general son el principal agente causal de esterilidad en la variedad El Paso 144), en el presente trabajo durante los 15 días previos al 50 % de floración, se podría decir que no fueron de tal magnitud como para provocar un aumento en el porcentaje de esterilidad (Figura N° 39).

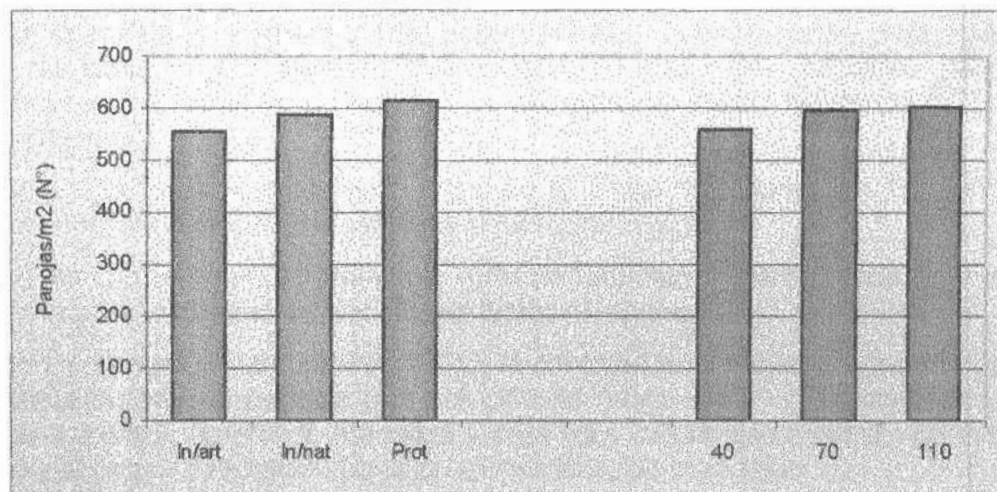
La enfermedad causada por *Sclerotium oryzae* podría ser uno de los factores que estaría incidiendo en la correlación que existe entre rendimiento y esterilidad.

Por otra parte, Castro y Porto (1994), reportan que en El Paso 144 los componentes con mayor influencia en el rendimiento son panojas por metro cuadrado y peso de mil granos.

2. Panojas por metro cuadrado.

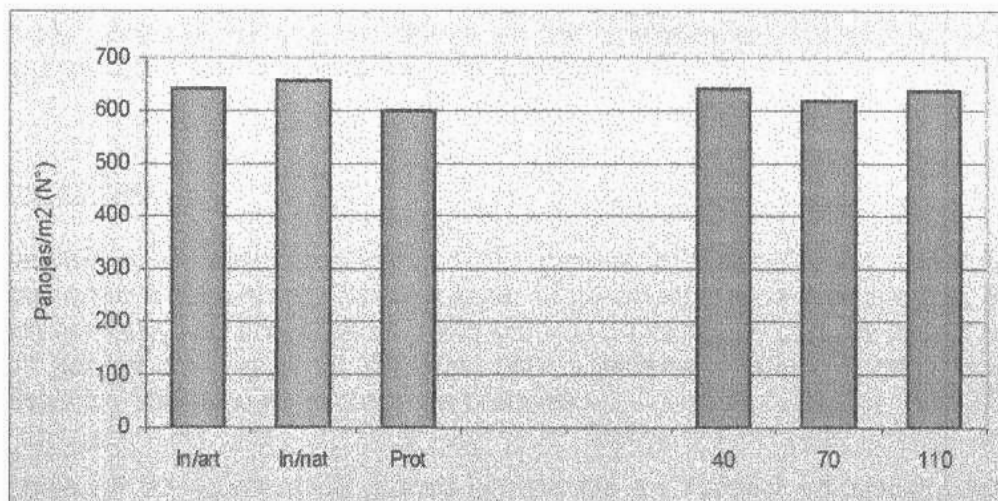
En la variedad Tacuarí, el número de panojas por metro cuadrado al momento de la cosecha es 586, no observándose diferencias para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción (Figura N° 31).

Figura N° 31: Número de panojas por metro cuadrado en Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.



Mientras que en El Paso 144 a la cosecha se obtuvieron 632 panojas por metro cuadrado, como lo muestra la Figura N° 32. Al igual que en Tacuarí, no se obtuvieron diferencias entre tratamientos.

Figura N° 32: Número de panojas por metro cuadrado en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.



Se observan diferencias significativas entre cultivares, siendo mayor el número de panojas en El Paso 144 que en Tacuarí (CV= 12.7 %).

Similar diferencia (pero con diferente valor en el número de panojas por metro cuadrado) la constatan Ferreira y Montauban (1998). Estos autores, para épocas de siembra de octubre y noviembre, indican que El Paso 144 presentó diferencias significativas con Tacuarí en el número de panojas por metro cuadrado (575 y 506, respectivamente).

Como ya fuera mencionado, tanto en El Paso 144 como en Tacuarí no se detectaron diferencias significativas para el factor nitrógeno.

En las condiciones del ensayo el nivel de fertilización nitrogenada en macollaje es el mismo para los tres tratamientos del factor nitrógeno.

Según Murata y Matsushima (1975), la cantidad de panojas por metro cuadrado se establece durante el período que comprende hasta los 10 días después que se alcanza el máximo número de macollos y está muy influenciado por el suministro de nitrógeno y el nivel de radiación solar en el momento de macollaje.

Por otra parte, en ambas variedades no se registran diferencias entre tratamientos para el factor enfermedad. Esto podría deberse a que el componente panojas por metro cuadrado se define antes de que el ataque de la enfermedad sea nocivo para el cultivo.

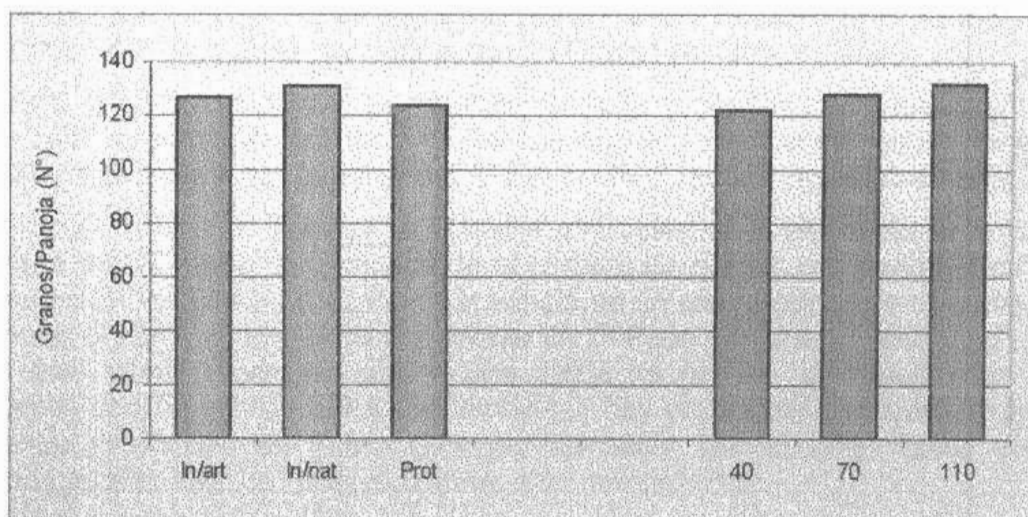
Existe correlación negativa y significativa entre panojas por metro cuadrado y P1000 granos, tanto en Tacuarí ($r = -0.28$) como en El Paso 144 ($r = -0.4$) (Cuadro N° 15). La correlación negativa en ambas variedades entre panojas por metro cuadrado y P1000 granos se podría deber al hecho de que al haber más granos a ser llenados, los mismos disminuyen su peso. Venkateswarlu et al (1981), citado por Blanco (1991), encontró una asociación negativa del tamaño del grano con el número de granos por panoja y con el rendimiento.

En El Paso 144, se detecta una correlación positiva y significativa entre panojas por metro cuadrado y porcentaje de esterilidad ($r= 0.29$) (Cuadro N° 15). Esto podría estar dado por un desbalance entre la fosa y la fuente en esta variedad, pasando la fuente a ser limitante, la cuál se refleja en un aumento en los granos vacíos al incrementarse el número de panojas por cuadrado.

3. Granos por panoja.

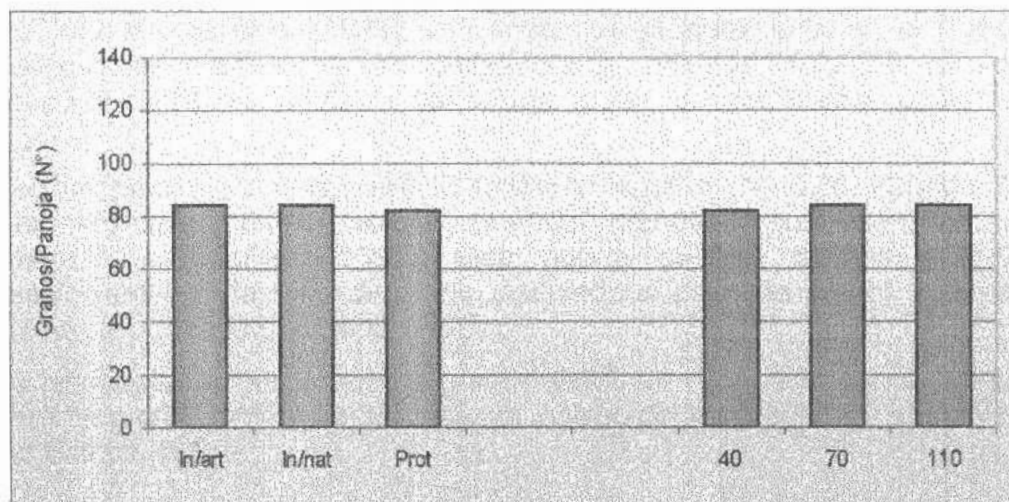
Tacuarí a la cosecha obtiene 123 granos por panoja, no observándose diferencias entre tratamientos. Sin embargo, si se observa una tendencia al 12.2 % donde con el manejo de dosis media y alta (70 y 110 UN/ha) se obtiene mayor número de granos por panoja (Figura N° 33). Esto podría deberse al efecto positivo que tiene el suministro de nitrógeno en la etapa de primordio.

Figura N° 33: Número de granos por panoja en Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.



Mientras tanto, El Paso 144 logra 83 granos por panoja a la cosecha, no observándose diferencias entre tratamientos.

Figura N° 34: Número de granos por panoja en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.



Se obtuvieron diferencias significativas entre las variedades logrando Tacuarí un mayor número de granos por panoja que El Paso 144 (CV= 13.5 %).

Esta diferencia también la reportan Ferreira y Montauban (1998), quienes señalan que existen diferencias estadísticas significativas entre estas variedades siendo 98 y 128 granos por panoja para El paso 144 y Tacuarí respectivamente.

Solo en el cultivar Tacuarí se observa a la cosecha el efecto de la fertilización en la etapa de primordio, incrementando el número de granos por panoja, hecho que no ocurre en El Paso 144. La aparente ausencia de un efecto por parte del nitrógeno a incrementar el número de granos por panoja en El Paso 144 a la cosecha, se debe, a que en éste último momento ocurre una caída de granos, principalmente en los tratamientos con 70 y 110 UN/ha. Sin embargo, hay efecto por parte del nitrógeno a incrementar el número de granos por panoja hasta los 32 DPF, como ya fuera analizado párrafos atrás en la evolución de este componente.

Murata y Matsushima (1975), indican que el número de primordios se ve sumamente afectado por el suministro de nitrógeno durante la diferenciación de la panícula (32-20 días antes del panojamiento), mientras que el nivel de radiación solar y otros factores ambientales afectan la cantidad que degeneran en el estado de división reduccional (15-5 días antes del panojado).

De esta forma, se podría decir que no solo el nitrógeno incide en el número final de granos por panoja sino que otros factores estarían participando, descartando en este caso a la enfermedad, debido a que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las variedades, y a la temperatura debido a que no fue limitante durante esta etapa del ciclo del cultivo (Roel, A. Resultados Experimentales 96-97) (Figura N° 39 y Anexo N° 1 a y N° 1 b).

Ambos cultivares presentan una correlación media y positiva entre el número de granos por panoja y el porcentaje de esterilidad ($r = 0.30$ y $r = 0.27$ para Tacuarí y El Paso 144, respectivamente) (Cuadro N° 15). Este comportamiento coincide con el publicado por Murata et al (1991), indicando que el incremento en el número de espiguillas compite entre sí por los carbohidratos, de modo que los más débiles ubicados en la parte inferior de la panoja no logran ser fertilizados o abortan los granos.

Tacuarí presenta una correlación media y negativa ($r = -0.36$) (Cuadro N° 15) entre el número de granos por panoja y el P1000 granos, al igual que lo encontrado por Ferreira y Montauban (1998). Esta podría deberse a una relación de compensación entre el tamaño de grano (asociado al peso de grano) y número de granos (IRRI 1977, citado por Blanco, 1991).

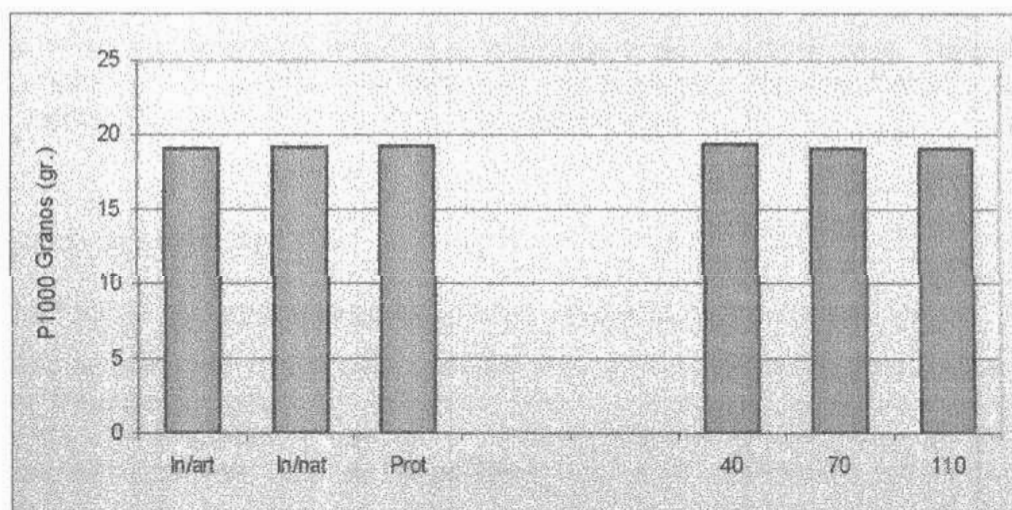
La tendencia del porcentaje de granos llenos de descender con el incremento del número de granos parece ser un carácter interno de la variedad (Yoshida y Parao, citado por Blanco, 1991).

4. P1000 granos.

El P1000 granos a la cosecha en Tacuarí es de 19.2 gramos (con 13 % de humedad es 21.7 gramos).

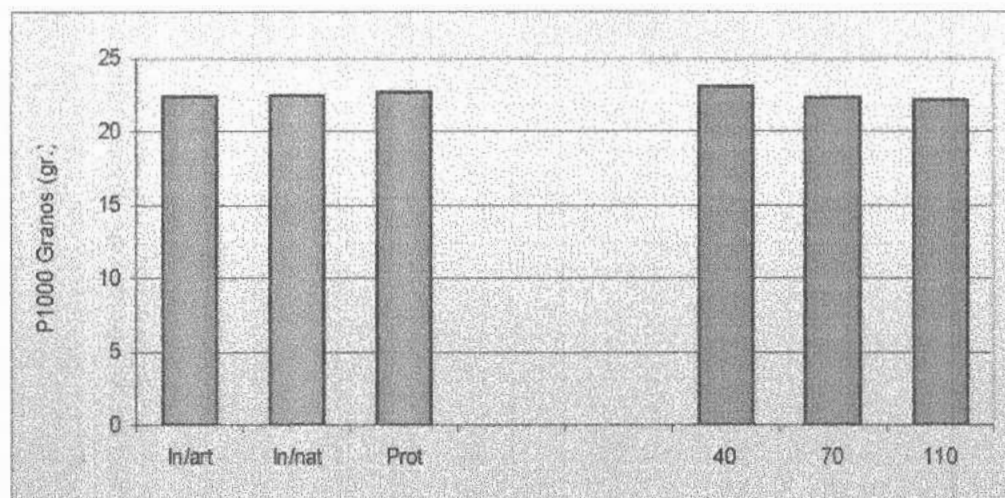
Mientras que no se observan diferencias significativas para los factores enfermedad, nitrógeno ni su interacción.

Figura N° 35: P1000 granos en Tacuarí en función del factor enfermedad y del factor nitrógeno.



En tanto, el P1000 granos a la cosecha en El Paso 144 es de 22.6 gramos (con 13 % de humedad es 25.5 gramos). Al igual que en Tacuarí, no se observan diferencias significativas por efecto de los tratamientos.

Figura N° 36: P1000 granos en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.



Se detectaron diferencias significativas entre cultivares, siendo mayor el P1000 granos en El Paso 144 que en Tacuarí (CV= 1.96 %).

Estas diferencias varietales también fueron publicadas por Ferreira y Montauban (1998), quienes analizando el total de épocas de siembra, indican P1000 granos de 25,8 y 21,8 gramos para El Paso 144 y Tacuarí, respectivamente (con 13 % de humedad).

En El Paso 144 se obtuvo una correlación negativa y significativa entre el P1000 granos y el porcentaje de esterilidad ($r = -0.73$) (Cuadro N° 15), al igual que lo señalado por Ferreira y Montauban (1998).

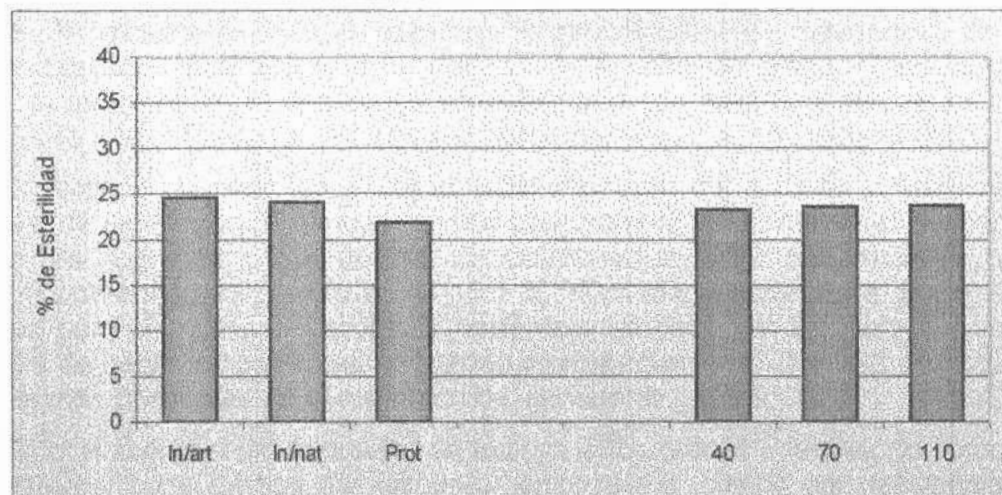
La misma correlación negativa y significativa se encontró para Tacuarí ($r = -0.28$) (Cuadro N° 15), lo que discrepa con lo publicado por los mismos autores, quienes indican que dicha correlación no es significativa.

5. Porcentaje de esterilidad.

En Tacuarí el porcentaje de esterilidad a cosecha es de 23.5 %.

Solo se observan diferencias significativas para el efecto del factor enfermedad, donde el tratamiento protegido presenta menor porcentaje de esterilidad que los tratamientos de inoculación natural y artificial (Figura N° 37). No se observan diferencias significativas para el factor nitrógeno ni la interacción enfermedad por nitrógeno.

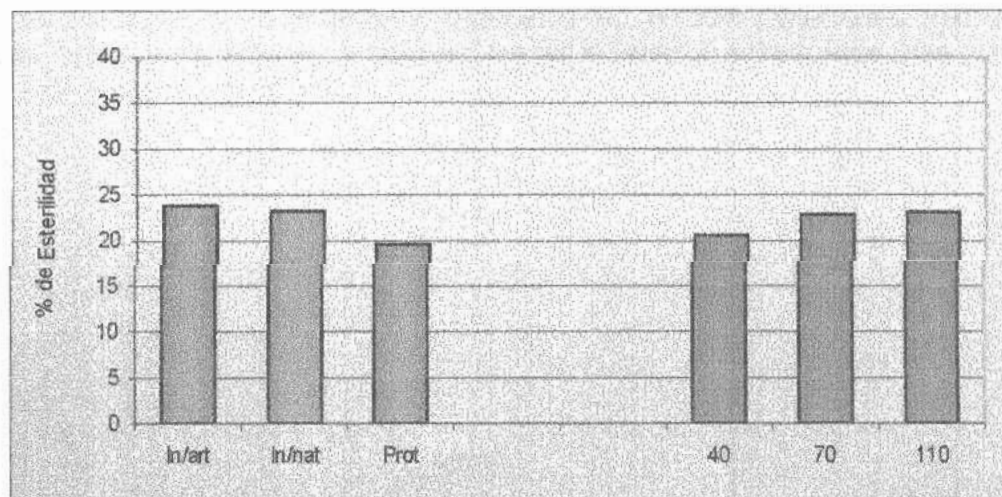
Figura N° 37: Porcentaje de esterilidad en Tacuarí en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.



En el cultivar El Paso 144 el porcentaje de esterilidad promedio de los tratamientos es 22.2 %.

En la Figura N° 38 se observa mayor porcentaje de esterilidad en el manejo de 70 y 110 UN/ha, debido posiblemente a que la fertilización a primordio genera un potencial mayor, el cuál no logra ser concretado por deficiencia de fuente. Mientras que no se encuentran diferencias para el factor enfermedad.

Figura N° 38: Porcentaje de esterilidad en El Paso 144 en función del factor enfermedad y el factor nitrógeno.



No se encuentran diferencias estadísticas significativas entre variedades.

Ferreira y Montauban (1998), incluyendo todas las épocas de siembra, encontraron que el porcentaje de esterilidad para El Paso 144 es 29,4 % y para Tacuarí 21,3 %. Esta elevada esterilidad en El Paso 144 es debido a que se incluyen siembras de diciembre, lo que aumenta la probabilidad de ocurrencia de bajas temperaturas en la floración y en el periodo de llenado de grano. Mientras que en Tacuarí, el aumento en el porcentaje de esterilidad con siembras tardías es menor, debido a una mayor tolerancia a bajas temperaturas en el período reproductivo.

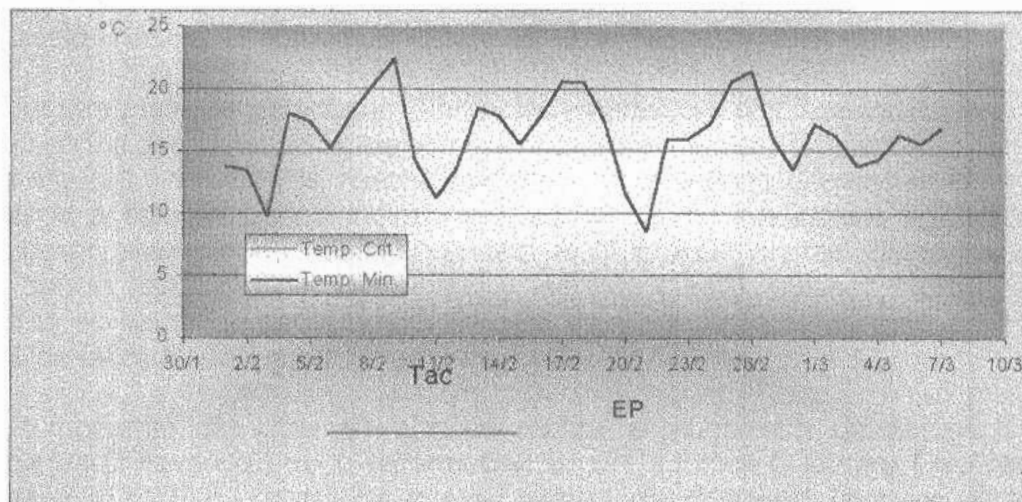
En cambio, cuando se incluyen solo siembras de octubre y noviembre, el porcentaje de esterilidad disminuye, siendo proporcionalmente mayor el descenso en El Paso 144, logrando un porcentaje de esterilidad de 21,1 %, mientras que en Tacuarí el porcentaje de esterilidad es 16,1 %. Esta disminución en el porcentaje de esterilidad para siembras de octubre y noviembre se debe, en El Paso 144, a la no ocurrencia de bajas temperaturas en etapas reproductivas y en Tacuarí a condiciones climáticas más favorables en el momento de llenado de granos.

En el porcentaje de esterilidad se incluye a los granos infértiles por problemas reproductivos y a los granos parcialmente llenos, estos últimos por deficiencia en el suministro de asimilados al grano, durante la etapa de llenado. Las bajas temperaturas menores a 15°C (temperatura crítica por debajo de la cual disminuye la viabilidad del grano de polen) en los 15 días previos a 50 % de floración inciden sobre la esterilidad, a través de un incremento de los granos infértiles por problemas reproductivos. Si bien se registraron temperaturas por debajo de 15°C en dicho período, las mismas no representaron una limitante para la concreción de altos rendimientos.

Si se consideran 20 días previos al 50 % de floración, se incrementan los días con temperaturas por debajo de 15°C. Si bien se incrementan los mismos, esto no implicaría una disminución en el rendimiento, sobre todo en la variedad El Paso 144, la cual presenta mayor susceptibilidad a las bajas temperaturas.

Los porcentajes de esterilidad obtenidos en ambas variedades podrían ser atribuidos, entre otros factores, a deficiencias en la relación fosa-fuente más que a un problema de bajas temperaturas.

Figura N° 39: Temperatura mínima y crítica diaria ocurridas en los 15 días prefloración en ambas variedades.



Nota: Las líneas continuas en la parte inferior de la figura corresponden a los 15 días previos al 50% de floración, en ambas variedades.

Cuadro N° 15: Correlaciones entre componentes de rendimiento, en ambas variedades.

	Rend.	Pan./m2	Gr./Pan.	P1000 g.	% de Est.
Rend.		ns	ns	ns	-0.37*
Pan./m2	0.37*		ns	-0.40*	0.29**
Gr./Pan.	ns	ns		ns	0.27**
P1000 g.	ns	-0.28**	-0.36*		-0.73*
% de Est.	ns	ns	0.30**	-0.28**	

Nota: - Color verde corresponde a El Paso 144

- Color azul corresponde a Tacuarí

- * $p < 0.05$

- ** $p < 0.10$

E. ENFERMEDADES DE TALLO.

En base a la lectura de enfermedades realizada previo a la cosecha se determinaron índices de severidad de la enfermedad, para *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae*.

1. Podredumbre de tallo (*Sclerotium oryzae*).

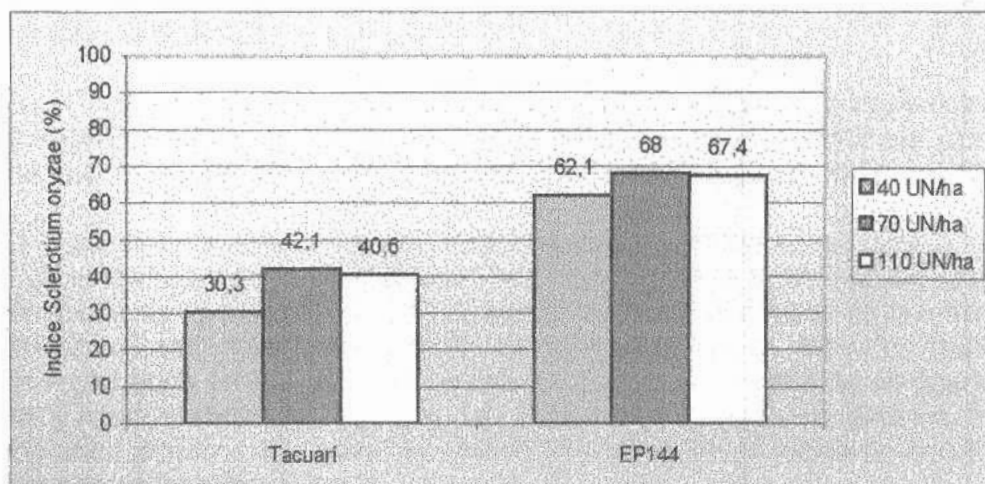
Se reportaron diferencias estadísticas significativas entre variedades, siendo el índice de severidad de daño en el tratamiento de inoculación natural de 41.4 % para Tacuarí y 64.5 % para El Paso 144, lo que determina un mayor ataque en El Paso 144,

coincidiendo con los antecedentes de la variedad que indican una mayor susceptibilidad a esta enfermedad. En ensayos de mejoramiento genético en la EEE, INIA Treinta y Tres, en el promedio de las zafas 1994/95 a 1996/97, en condiciones de inoculación natural se obtuvo un ISD de 35 % en Tacuarí y 43 % en El Paso 144.

Por otra parte, se detectaron diferencias estadísticas significativas para el factor nitrógeno en las dos variedades, siendo mayor la severidad en el tratamiento con dosis media y alta (70 y 110 UN/ha, respectivamente) no existiendo diferencias entre ellas. De acuerdo a esto se podría indicar que las 40 UN/ha adicionales agregadas en elongación no provocaron mayor severidad de *Sclerotium oryzae*. Estos resultados difieren con lo reportado por Deambrosi y Méndez (1982), quienes indican que el incremento en las dosis de nitrógeno (niveles de 80 a 120 UN/ha) está asociado a mayor % de tallos atacados por *Sclerotium oryzae*.

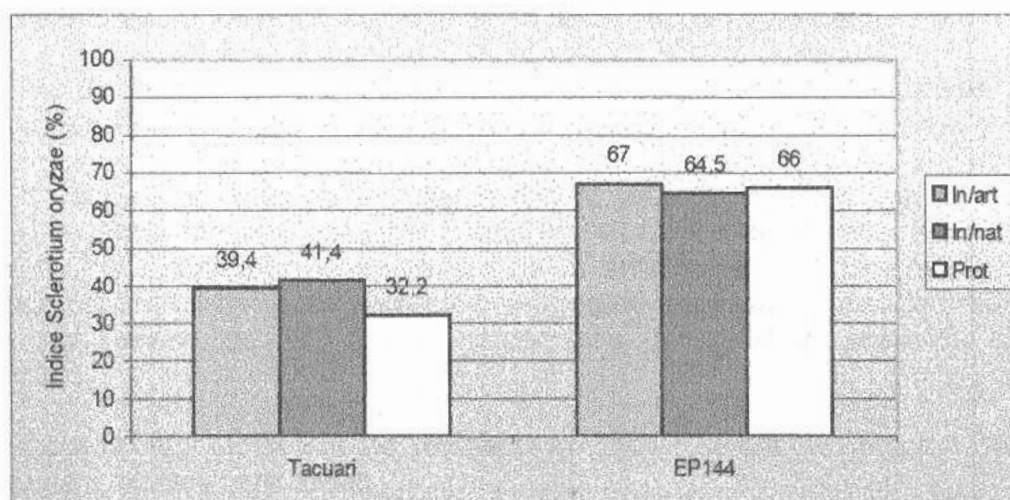
El momento del ciclo en que se realiza el suministro de nitrógeno tiene incidencia en la severidad de la enfermedad según lo indica el Centre For Overseas Pest Research (1976), señalando que el exceso de nitrógeno favorece el ataque especialmente si se lo aplica temprano.

Figura N° 40: Índice de severidad daño de *Sclerotium oryzae* en función del nitrógeno para las dos variedades.



No se obtuvieron diferencias estadísticas significativas para el factor enfermedad. Esto parecería indicar que la protección con fungicida no disminuyó la severidad, posiblemente debido al alto nivel de inóculo presente. Esto difiere con lo reportado por Blanco et al (1997), quienes señalan que la protección con fungicida disminuyó un 25 % el ISD de *Sclerotium oryzae*, en ensayos de evaluación de resistencia de cultivares a enfermedades, realizados en la zafra 1996-1997.

Figura N° 41: Índice de severidad de daño de *Sclerotium oryzae* en función del factor enfermedad para las dos variedades.



Las correlaciones obtenidas entre índice de severidad de *Sclerotium oryzae* y rendimiento son contradictorias entre ambas variedades. En El Paso 144 dichas variables tienen una correlación media y positiva ($r = 0,37$), mientras que en Tacuarí la correlación es alta y negativa ($r = -0,59$). Esta diferencia entre variedades podría deberse a causas distintas.

En el cultivar Tacuarí, debido a su alta dependencia de la translocación de asimilados generada por la fotosíntesis en curso durante el llenado de granos, el ataque de la enfermedad afecta el llenado de grano, disminuyendo así el rendimiento.

El Paso 144 presenta su mayor acumulación de materia seca hasta la floración y luego transloca rápidamente desde sus reservas logrando el llenado de granos en menos tiempo. Este tipo de crecimiento, le permitiría eludir el ataque de la enfermedad que comienza a ser importante a partir de la floración. Los mayores índices de severidad registrados en El Paso 144 se dan en dosis media y alta de nitrógeno y con mayor IAF y materia seca total, que a su vez determinan el mayor rendimiento total. Lo expresado anteriormente explicaría la correlación positiva entre índice de severidad de *Sclerotium oryzae* y rendimiento.

2. Mancha agregada de vaina (*Rhizoctonia oryzae sativae*).

El ISD de esta enfermedad fue menor a la observada para *Sclerotium oryzae*, a pesar de que un tratamiento consistía en la inoculación con *Rhizoctonia oryzae sativae* a una dosis de 250 ml, como se menciona en materiales y métodos.

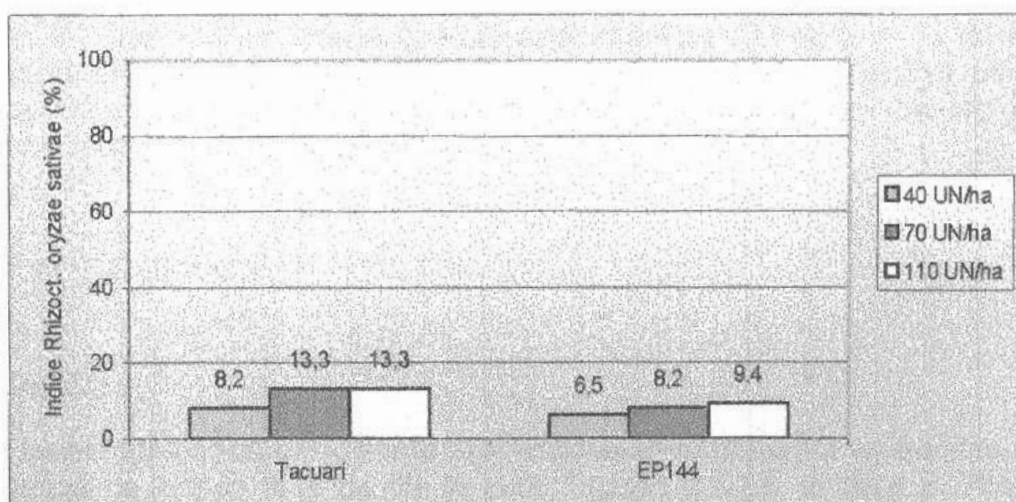
El índice de severidad de daño en el tratamiento de inoculación natural es 13 % para Tacuarí y 6,8 % para El Paso 144, siendo diferentes estadísticamente, lo que es

concordante por los antecedentes de comportamiento varietal, que señalan una mayor susceptibilidad de Tacuarí. En ensayos de mejoramiento genético en la EEE, INIA Treinta y Tres, en el promedio de las zafas 1994/95 a 1996/97, en condiciones de inoculación natural se obtuvo un ISD de 15 % en Tacuarí y 8 % en El Paso 144.

Para El Paso 144 se observan diferencias estadísticas significativas para el factor nitrógeno siendo mayor la incidencia en dosis crecientes de nitrógeno.

En Tacuarí se observa una tendencia al 24,5 % a tener mayor índice de severidad en dosis media y alta, por lo que las 40 UN/ha adicionales agregadas en elongación no aumentaron la incidencia de la enfermedad. Gamarra, G. (1996), señala que un comportamiento vegetativo exagerado, ya sea por fertilidad natural del suelo o por exceso de fertilización nitrogenada, favorece la aparición de esta enfermedad.

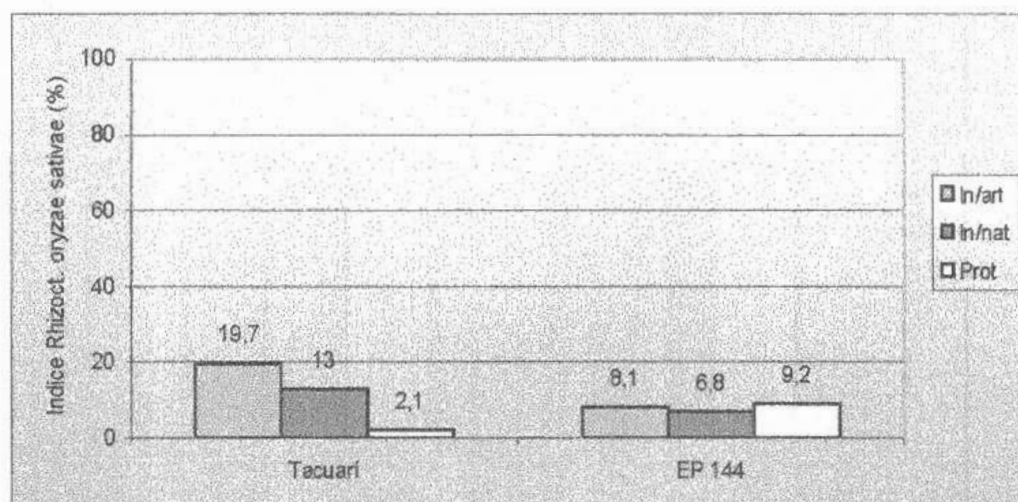
Figura N° 42: Incidencia de *Rhizoctonia oryzae sativae* en función del factor nitrógeno para las dos variedades.



En el cultivar Tacuarí se detectan diferencias estadísticas significativas para el factor enfermedad donde se observa un efecto de la protección, disminuyendo la severidad de la enfermedad.

En El Paso 144 no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas para el factor enfermedad posiblemente debido al gran ataque de *Sclerotium oryzae* que podría enmascarar el ataque de *Rhizoctonia oryzae sativae*, o a que la protección no tuvo efecto.

Figura N° 43: Incidencia de *Rhizoctonia oryzae sativae* en función del factor enfermedad para las dos variedades.



En El Paso 144 se aprecia una correlación media y positiva ($r = 0,35$) entre el índice de severidad de *Rhizoctonia oryzae sativae* y el rendimiento cuya causa fue analizada anteriormente para *Sclerotium oryzae*, mientras que en Tacuarí no hay correlación entre las variables mencionadas.

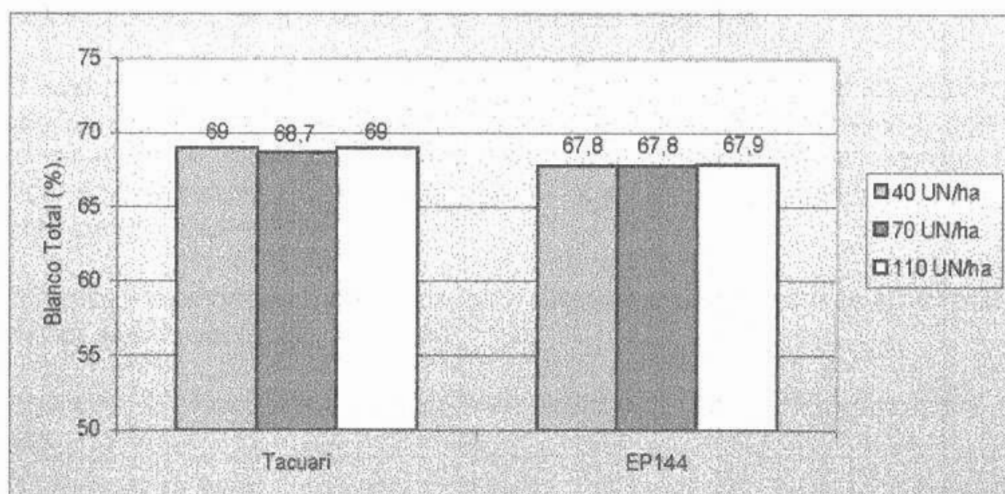
E. CALIDAD DE GRANO.

1. Blanco total.

Existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre variedades, siendo el porcentaje de blanco total de 69 % para Tacuarí y 67.8 % para El Paso 144, coincidiendo con los antecedentes de ambas variedades.

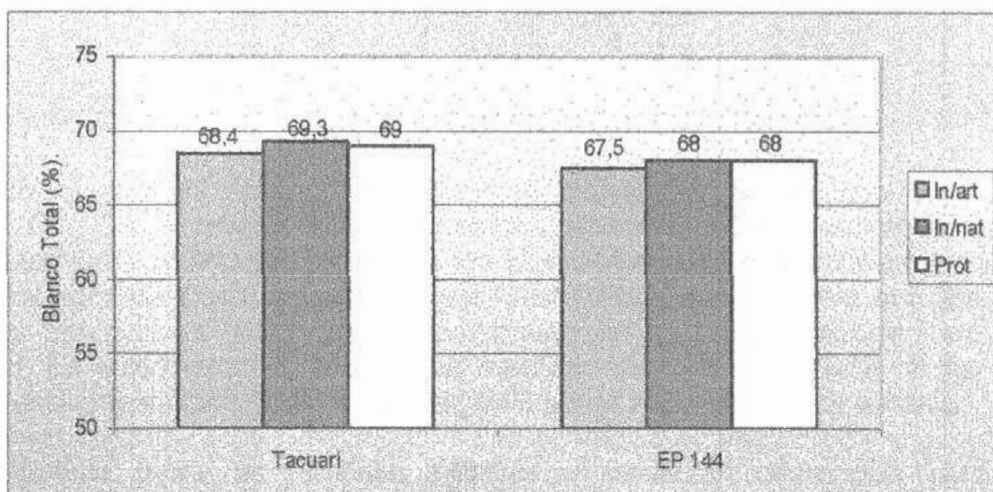
En ambas variedades no se observan diferencias significativas en el porcentaje de blanco total por efecto del factor nitrógeno.

Figura N° 44: Porcentaje de blanco total en función del factor nitrógeno para las dos variedades.



En tanto, en Tacuarí se observa una tendencia al 11 % (CV= 1.3 %) y en El Paso 144 al 26 % (CV= 0.9 %) a lograr un mayor porcentaje de blanco total en el tratamiento con inoculación natural y en el tratamiento protegido respecto al tratamiento con inoculación artificial. No existen diferencias por efecto del factor nitrógeno.

Figura N° 45: Porcentaje de blanco total en función del factor enfermedad para las dos variedades.



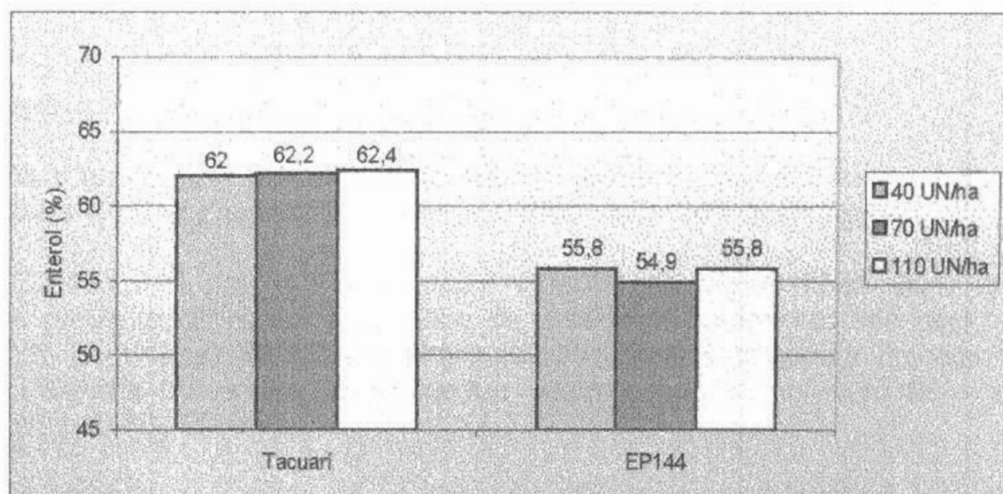
2. Porcentaje de entero.

Se observan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre las variedades siendo 62.2 % en Tacuarí y 55.5 % en El Paso 144.

El bajo porcentaje de entero en El Paso 144 podría estar explicado porque fue cosechado más tardíamente respecto a su momento óptimo de cosecha, con menor humedad en el grano. Cuando la cosecha se realiza después de su período óptimo, los granos son susceptibles a agrietarse o quebrarse, resultando en un menor rendimiento de granos enteros.

En ambas variedades, no se observan diferencias significativas en el porcentaje de entero por efecto del factor nitrógeno.

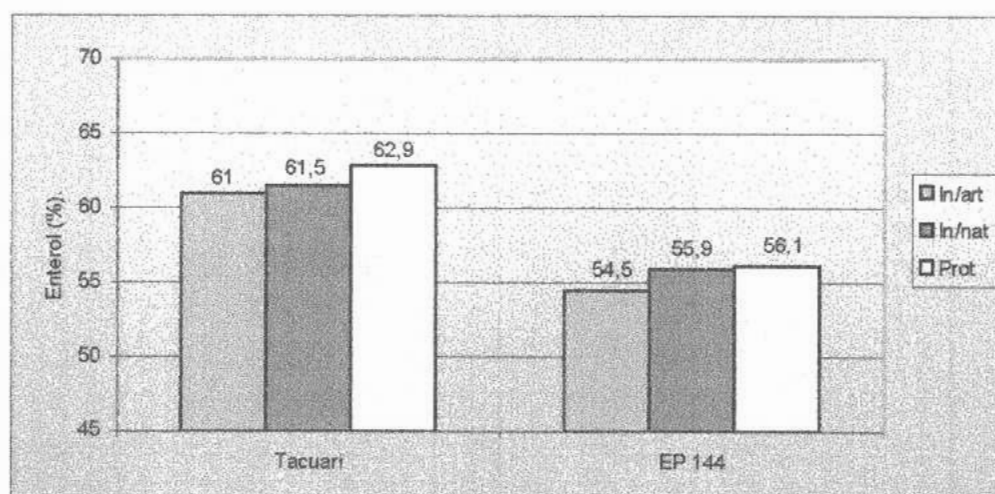
Figura N° 46: Porcentaje de entero en función del factor nitrógeno para las dos variedades.



En el cultivar Tacuarí se presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.10$; $CV = 2.9\%$) para el factor enfermedad, siendo mayor el porcentaje de entero en el tratamiento protegido respecto a los inoculados natural y artificialmente. Estos resultados coinciden con lo reportado por Grist (1982), quien señala que las plantas atacadas por hongos que provocan enfermedades de tallo disminuyen su calidad industrial. La enfermedad puede causar maduración irregular y parte de los granos pueden astillarse incidiendo en forma negativa sobre el porcentaje de enteros.

Mientras tanto, en El Paso 144 no se observan diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de entero por efecto del factor enfermedad.

Figura N° 47: Porcentaje de entero en función del factor enfermedad para las dos variedades.



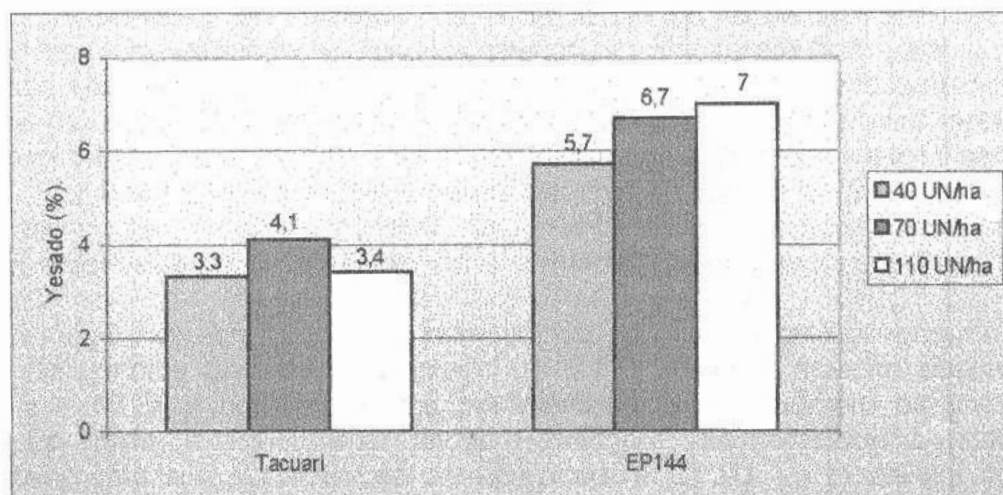
3. Porcentaje de yesado.

Para la variable porcentaje de yesado se detectan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), siendo 6,54 % en El Paso 144 y 3,67 % en Tacuarí.

El Paso 144 presenta diferencias estadísticas significativas para el factor nitrógeno presentando menor porcentaje de yesado el tratamiento con bajo nivel de fertilización (40 UN/ha). Resultados similares obtuvieron Rodríguez y Zuluaga (1990), en cuyo trabajo el porcentaje de yesado fue incrementado por aumento de la dosis de nitrógeno (0-40-80-120 UN).

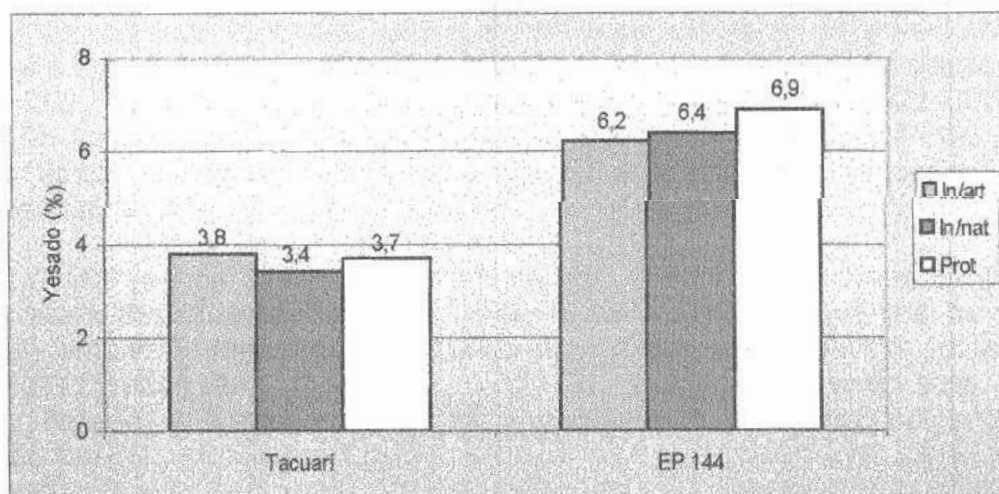
En cambio, en Tacuarí no se observan diferencias significativas para el factor nitrógeno.

Figura N° 48: Porcentaje de yesado en función del factor nitrógeno para las dos variedades.



Por otra parte, en ambas variedades no se encuentran diferencias significativas en el porcentaje de yesado por efecto del factor enfermedad. La alta incidencia de *Sclerotium oryzae*, especialmente en El Paso 144, podría no diferenciar los tratamientos inoculados (natural y artificialmente) del protegido, provocando un aumento generalizado en el porcentaje de yesado. Esto coincide con Grist (1982), quien señala que la enfermedad causada por dichos hongos afecta la calidad del grano, aumentando el porcentaje de yesado.

Figura N° 49: Porcentaje de yesado en función del factor enfermedad para las dos variedades.



V. CONCLUSIONES

El rendimiento en Tacuarí fue 9.59 tt/ha, no observándose diferencias significativas en la productividad para los diferentes tratamientos aplicados. En tanto, en El Paso 144 el rendimiento logrado es 7.91 tt/ha, siendo significativamente menor que el de Tacuarí. Uno de los factores que estaría determinando el menor rendimiento de El Paso 144 frente al de Tacuarí, podría ser la caída de granos experimentada a cosecha. Por otra parte, en El Paso 144 el tratamiento con 40 UN/ha en elongación (110 UN/ha totales) provoca el mayor rendimiento, en cambio no se observa efecto del factor enfermedad ni de la interacción enfermedad por nitrógeno.

El rendimiento en Tacuarí se correlaciona positiva y significativamente con el número de panojas por metro cuadrado ($r= 0.37$), mientras que se observa una tendencia al 17 % a correlacionarse positivamente con el número de granos por panoja. En tanto, el rendimiento en El Paso 144 se correlaciona negativa y significativamente con el porcentaje de esterilidad ($r= -0.37$). La incidencia de bajas temperaturas durante los 15 días previos a 50 % de floración no fueron de tal magnitud como para provocar un incremento en el porcentaje de esterilidad, siendo la posible causa de esta correlación, la enfermedad causada por *Sclerotium oryzae*.

En cuanto al número de panojas por metro cuadrado, Tacuarí logra 586 a cosecha, mientras que El Paso 144 al mismo momento logra 632. En ninguna de las dos variedades se encuentran diferencias por efecto del factor nitrógeno debido a que al momento en que se define dicho componente el nivel de fertilización es el mismo. A su vez, en ambas variedades no se observa efecto del factor enfermedad, dado que el componente panojas por metro cuadrado se define antes de que el ataque de la enfermedad sea nocivo para el cultivo.

El P1000 granos llenos en Tacuarí se hace máximo a los 32 DPF y luego se mantiene, presentando la máxima acumulación de carbohidratos en granos entre 12-17 DPF (0.68 gr./día). Mientras que El Paso 144 logra el máximo P1000 granos llenos a los 22 DPF, como consecuencia de altas tasas de llenado entre 12-22 DPF (0.66 gr./día). En ambas variedades a cosecha no se observa variación en el P1000 granos llenos por efecto de los tratamientos, logrando 21.7 gr. y 25.5 gr. en Tacuarí y El Paso 144 respectivamente.

El P1000 granos totales en Tacuarí es bajo al inicio de la etapa de llenado, debido a la alta esterilidad que presenta y por lo tanto, un bajo porcentaje de granos llenos. En tanto en El Paso 144, el P1000 granos totales sigue igual comportamiento que el P1000 granos llenos, llegando a los 22 DPF al máximo peso en base a altas tasas de llenado, y a presentar, ya en ese momento, el menor porcentaje de esterilidad.

Al momento de cosecha, no se encuentran diferencias en el porcentaje de esterilidad entre variedades. Sin embargo, Tacuarí presenta menor porcentaje cuando se encuentra protegido con fungicida, en cambio en El Paso 144, el manejo de 70 y

110 UN/ha provoca un aumento de la esterilidad, dado que la fertilización a primordio genera un mayor potencial, el cual no logra ser concretado por deficiencia de fuente.

El peso por panoja se incrementa hasta los 32 DPF en Tacuarí, manteniéndose luego hasta la cosecha, a diferencia de los que ocurre en El Paso 144, donde el mismo se incrementa hasta los 22 DPF, se mantiene hasta los 32 DPF y luego cae a la cosecha por caída de granos sobremaduros. De acuerdo a la evolución de este componente, se puede concluir que la variedad de ciclo largo (El Paso 144) inicia antes el llenado de granos que la variedad de ciclo corto (Tacuarí) y a su vez, Tacuarí presenta un enlentecimiento en el llenado de grano, y por lo tanto un retraso en llegar a madurez fisiológica. Debido a que El Paso 144 llega antes a madurez fisiológica, se torna importante en esta variedad no retrasar el momento de cosecha para evitar el desgrane antes mencionado.

Existen diferencias significativas en el número de granos por panoja a cosecha entre variedades, siendo mayor en Tacuarí (123) que en El Paso 144 (83). En las dos variedades, se observa un efecto de la fertilización nitrogenada a primordio que implica el aumento en el número de granos por panoja. En El Paso 144, dicho efecto no se puede visualizar a cosecha debido al desgrane antes mencionado.

Ambas variedades presentan un número de granos constantes durante gran parte de la evolución del llenado, descendiendo después de los 32 DPF como consecuencia del desgrane, siendo mayor el mismo en El Paso 144 (15 %), debido a que a la cosecha se encuentra más maduro que Tacuarí, en la cual el desgrane representa un 4 %.

El número de tallos presenta una reducción desde primordio hasta 50 % de floración, siendo más importante en El Paso 144 debido a que parte de un mayor número de tallos (816) frente a 722 tallos en Tacuarí. En cambio, desde 50 % de floración hasta la cosecha las variedades presentan comportamiento diferente. Mientras que El Paso 144 mantiene un número constante hasta la cosecha (652), Tacuarí presenta una reducción a partir de 25 DPF debido a la competencia por espacio y luz, donde los tallos de escaso desarrollo mueren, logrando a cosecha 593 tallos por metro cuadrado.

La materia seca total se incrementa en las dos variedades desde primordio hasta 25 DPF, siendo mayor la producción a la cosecha en El Paso 144 (1872 gr/m²) que en Tacuarí (1543 gr/m²). La mayores tasas diarias de acumulación de materia seca total en ambas variedades se logran entre 50 % de floración y 12 DPF, explicada en Tacuarí por el incremento de la materia seca de tallos y de panojas, y en El Paso 144 debido, principalmente, al incremento de la materia seca de panojas. En el conjunto de los momentos en Tacuarí se observa una tendencia al aumento en la producción materia seca total al incrementar la dosis de nitrógeno. Mientras que en El Paso 144 se observa que para capitalizar el efecto de la fertilización nitrogenada (110 UN/ha) es importante realizar un control químico de la enfermedad.

En El Paso 144 el máximo índice de área foliar (IAF) se obtiene a 50 % de floración, y a partir de los 12 DPF se produce un rápido descenso hasta la cosecha acompañando la disminución de la materia seca de vainas y tallos, como consecuencia de la translocación de reservas. El máximo P1000 granos totales se alcanza a los 22 DPF y luego de este momento, dichos componentes no sufren variación en su peso debido a que los granos ya están llenos. Por otra parte, en Tacuarí el IAF se mantiene constante desde 50% de floración hasta los 12 DPF, y luego desciende lentamente hasta la cosecha. A su vez, el máximo P1000 granos totales se logra a los 32 DPF, mientras que la materia seca de vainas y tallos desciende debido a la reducción en el número de tallos y en el peso individual de ambos componentes, como consecuencia de la removilización de reservas hasta el período comprendido entre 25 DPF y cosecha, no pudiéndose determinar con precisión el momento en que ésta variedad deja de translocar, ya que no se realizaron muestreos en el período mencionado.

En Tacuarí aquellos factores que provoquen una disminución del IAF (enfermedades, plagas, etc.) en el período de llenado de granos podrían provocar un desbalance entre la fosa y la fuente, pudiendo pasar a ser limitante el IAF para el llenado de granos. En cambio, El Paso 144 al realizar el llenado en mayor medida por la translocación de reservas, presenta mayor estabilidad para la concreción de rendimientos, frente a la aparición de factores adversos en el período de llenado de granos.

El ISD de la enfermedad causada por *Sclerotium oryzae*, fue mayor en El Paso 144 (65.9 %) que en Tacuarí (37.7 %). En las dos variedades la fertilización a primordio favoreció el ataque de la enfermedad, mientras que no existieron diferencias por efecto del factor enfermedad. En Tacuarí se observa una correlación negativa y significativa ($r = -0.59$) entre el ISD de *Sclerotium oryzae* y rendimiento, lo que determina que el ataque de la enfermedad afecta el llenado de granos y por ende el rendimiento, debido a la mayor dependencia de la translocación de asimilados por la fotosíntesis en curso. Sin embargo, en El Paso 144 dicha correlación es positiva y significativa ($r = 0.37$) debido a que con manejos de dosis crecientes de nitrógeno se incrementa el rendimiento pero a su vez el ISD de *Sclerotium oryzae*. De esta forma, El Paso 144 transloca rápidamente las reservas de tallo y vainas acumuladas durante el período vegetativo eludiendo así el ataque de la enfermedad que cobra mayor importancia luego de la floración.

La incidencia de *Rhizoctonia oryzae sativae* fue baja, a pesar de que un tratamiento consistía en la inoculación con la misma.

El porcentaje de blanco total no se ve afectado por efecto de los tratamientos, siendo 67.8 % en El Paso 144 y 69 % en Tacuarí.

El porcentaje de entero fue el componente más afectado por la enfermedad, existiendo un efecto positivo de la protección con fungicida en ambas variedades. A su vez en El Paso 144 dicho componente se ve disminuido debido a que la cosecha tardía provocó un deterioro en la calidad de los granos.

Por otra parte, la alta incidencia de *Sclerotium oryzae* registrada, determinó que se obtuviera un alto porcentaje de yesado en ambas variedades (3.67 % y 6.54 % en Tacuarí y El Paso 144, respectivamente).

Para futuros trabajos se realizan las siguientes sugerencias:

- Realizar lecturas de enfermedad con mayor frecuencia, a partir de 50 % de floración hasta la cosecha, para poder determinar con mayor exactitud como evoluciona la enfermedad y cual es su incidencia sobre el cultivo. Dichas lecturas podrán realizarse el mismo tiempo que se hacen los muestreos de materia seca del cultivo.
- Incluir dentro del estudio, tratamientos con diferentes dosis de potasio, de forma de poder visualizar como evoluciona la enfermedad y determinar su efecto en la evolución del ciclo del cultivo, así como en el rendimiento final.
- Realizar muestreos de carbohidratos en planta, para poder cuantificar cual es el aporte de tallos, vainas y láminas, a la materia seca de panojas.

VI. RESUMEN.

El presente trabajo fue realizado en la Unidad Experimental "Paso de la Laguna" de la Estación Experimental del Este de INIA Treinta y Tres. Tiene por objetivos determinar las estrategias de evolución de la materia seca y composición del rendimiento de dos variedades con características diferentes como El Paso 144 e INIA Tacuarí, frente a distintas situaciones de enfermedad y fertilización nitrogenada, y el efecto que las mismas tienen en la producción de materia seca total, el IAF y la curva de llenado de granos.

El diseño del experimento utilizado en ambas variedades es el de parcelas divididas con 4 repeticiones, correspondiendo la parcela mayor al factor enfermedad y la parcela menor al factor nitrógeno. En tanto, para las determinaciones en el tiempo, se utiliza el modelo de parcela subdividida.

Se obtuvieron diferencias en el rendimiento entre ambas variedades. En INIA Tacuarí, el rendimiento fue de 9.59 t/ha, no observándose diferencias por efecto de tratamientos. Mientras que en El Paso 144, el rendimiento logrado fue de 7.91 t/ha. En esta variedad, el manejo de 110 UN/ha provocó un incremento en el rendimiento, sin embargo no se obtuvieron diferencias por el factor enfermedad.

El rendimiento en INIA Tacuarí, se correlaciona positivamente con el número de panojas por metro cuadrado, mientras que se observa una tendencia ($P=0.17$) positiva en la correlación con el número de granos por panoja. En tanto, en El Paso 144, el rendimiento se correlaciona negativamente con el porcentaje de esterilidad.

La materia seca total, se incrementa en las dos variedades desde primordio hasta la 25 DPF, siendo mayor la producción a la cosecha en El Paso 144 (1872 gr/m²) que en INIA Tacuarí (1543 gr/m²).

La duración del ciclo varía entre las variedades. El Paso 144 presenta mayor duración del ciclo (147 días), llegando a 50 % de floración a los 101 días. Mientras que en INIA Tacuarí el ciclo es más corto (134 días), llegando a 50 % de floración en 86 días.

En las dos variedades el máximo número de tallos se logra en el momento de primordio, disminuyendo luego hasta la cosecha. En todos los momentos de muestreo El Paso 144 fue el que tuvo mayor número de tallos por metro cuadrado.

El Índice de severidad de daño de la enfermedad causada por *Sclerotium oryzae*, fue mayor en El Paso 144 con 65.9 %, mientras que en INIA Tacuarí la incidencia fue 37.7 %. Sin embargo, en El Paso 144 se observa una correlación positiva entre el ISD y el rendimiento, mientras que en Tacuarí dicha correlación es negativa.

A pesar de que uno de los tratamientos consistía en la inoculación con *Rhizoctonia oryzae sativae*, su incidencia fue baja, debido al gran ataque de *Scierotium oryzae* que se presentó en el ensayo.

VII. SUMMARY.

The present work was realised at the INIA Experimental Unit, "Paso de la Laguna" in Treinta y Tres. The objectives of the research are the following: determinate the strategies of the dry matter evolution and the yield composition of two different varieties "El Paso 144" and "INIA Tacuari", both in different situations of diseases and nitrogen fertilization. We also considered the effects of this conditions on the dry matter production, IAF and curves of grain filling.

For both varieties the experiment was arranged as CRBD with split-plot with 4 repetitions, corresponding the bigger plot to diseases factor, and nitrogen factor to the smaller plot. For the timing determinations it was used CRBD split-split plot.

It was found yield differences between the varieties. In INIA Tacuari the yield was 9.59 tt/ha, and we did not find differences for treatments effects. In El Paso 144 the yield was 7.91 tt/ha. In this variety, the yield was increased by the management with 110 UN/ha. No differences related to the diseases factor were obtained.

In INIA Tacuari the yield presents a positive correlation with the panicles number/m², and it showed a positive tendency ($p=0.17$) in the correlation with the grains number/panicle. On the other hand, in El Paso 144 the yield present a negative correlation with the sterility percentage.

The total dry matter, in both varieties increased from primordia stage until 25 DPF; in the harvest El Paso 144 presented more dry matter production than INIA Tacuari (1872 gr/m² and 1543 gr/m² in each case).

The cycle duration varies between varieties. In El Paso 144 the total cycle duration was 147 days, achieving the 50 % of flowering in 101 days. INIA Tacuari showed 134 days duration cycle, and achieved the 50 % of flowering in 86 days.

Both varieties present the highest number of tillers/m² in the primordia stage and decreasing until the harvest. In all the moments El Paso 144 presents more number of tillers/m² than INIA Tacuari.

The ISD to the *Sclerotium oryzae* was 65.9 % in El Paso 144 and 37.7 % in INIA Tacuari. El Paso 144 showed a positive correlation between the ISD and the yield. On the other hand, in Tacuari this components presents a negative correlation.

Despite one of the treatments included the inoculation of *Rhizoctonia oryzae sativae*, its incidence was not important because of the high attack of *Sclerotium oryzae* that the trial showed.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, O.G. 1988. Efecto de distintos momentos de drenaje y épocas de cosecha sobre rendimiento, calidad industrial y germinación del arroz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. pp 13-27.
2. AGRIOS, G.N. 1988. Fitopatología. México. LIMUSA. 756 p.
3. ANGLADETTE, A. 1969. Enfermedades criptogámicas y de la base de los tallos. El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones tropicales. 560 p.
4. ARGUISSAIN, G. 1992. Componentes de rendimiento del cultivo de arroz. Utilidad de su determinación para el mejoramiento varietal. E.E.A.C del Uruguay, INTA, Entre Ríos, Argentina. 12 p.
5. ATKINS, J. 1974. Stem Rot Disease. Rice Diseases of the América. Agriculture Handbook N. 443. pp 42-47.
6. AVILA, S. 1989. Enfermedades que atacan el tallo del arroz. Revista Arroz Asociación de cultivadores de arroz. Año 8. 3ra época. pp 21-23.
7. BAEZ, D.G. y TOLEDO, E.D. 1998. Análisis de crecimiento y componentes del rendimiento en cultivares de arroz II. Tesis ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 147 p.
8. BLANCO, P.H. 1991. Growth and assimilate partitioning in rice cultivars of different maturity groups. Tesis M.Sc. Arkansas, USA, University of Arkansas. 141 p.
9. _____, PEREZ DE VIDA, F. Y PIRIZ, M. 1993. INIA Tacuarí, nueva variedad de arroz precoz de alto rendimiento. INIA Treinta y Tres, Uruguay. Boletín de divulgación No 31. 10 p.
10. _____, PEREZ DE VIDA, F. y ROEL, A. 1993. Tolerancia al frío de los nuevos cultivares precoces. INIA Yerbál e INIA Tacuarí. In Reuniao da cultura do arroz irrigado, (XX, 1993, Pelotas). Anais. Pelotas, Brasil, EMBRAPA-CPACT. pp 73-79.
11. _____, PEREZ DE VIDA, F. ; AVILA, S. y MENDEZ, J. 1997. Evaluación de resistencia a enfermedades. In Arroz, Resultados Experimentales 1996-1997. Treinta y Tres, Uruguay, INIA, Estación Experimental del Este, Capítulo 9 pp 38-50.
12. CASTRO, L.A y PORTO, A. 1994. Análisis de crecimiento y componentes de rendimiento en cultivares de arroz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 159 p.

13. CENTRE FOR OVERSEAS PEST RESEARCH. 1976. Control de plagas del arroz. pp 74-78.
14. CHEBATAROFF, N. 1980. Variedades de arroz en certificación en el país. CIAAB. Estación Experimental del Este, Treinta y Tres, Uruguay. Miscelánea No 26. 30 p.
15. _____, BLANCO, P.H. y AVILA, S. 1987. Nuevos cultivares de arroz en certificación. CIAAB. Estación Experimental del Este, Treinta y Tres, Uruguay. Miscelánea No 65. pp 1-7.
16. GOSS, R. 1968. The effects of Potassium on Disease Resistance. In The role of Potassium in Agricultura. V.J. Kilmer; S.E. Younts; N.C. Brady. Capítulo 2
17. GROTH, D.E., RUSH, M.C. y HOLLIER C.A. 1991. Rice diseases and disorders in Louisiana. In Louisiana agricultural experiment station. Louisiana state university agricultural center. July 1991. Bulletin Nº 828. pp. 24-26 y 27-28.
18. ESTACION EXPERIMENTAL del ESTE. 1981. Resultados de la experimentación regional en cultivos de arroz/soja. 1980/81. Manejo de la fertilización nitrogenada. pp 27-29.
19. _____. 1988. Resultados de la experimentación regional en cultivos de arroz/soja 1987/88. Manejo de fertilización. pp 52-53.
20. DEAMBROSI, E. y MENDEZ, R. 1993. Fertilización. In Arroz. Resultados Experimentales 1992-1993. Treinta y Tres, Uruguay. INIA. Estación Experimental del Este. pp. 5-1/5-47.
21. DE DATTA, S.K. 1981. Rice production. Principles and Practices. Willey y Song ed. Singapore. Capítulo 2. pp. 32-37.
22. _____. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos y prácticas; Morfología, crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. México. Limusa. pp. 175-203
23. FERREIRA, E. y MONTAUBAN, E.F. 1998. Incidencia de factores climáticos sobre rendimiento y componentes y vías de construcción del rendimiento en cultivares de arroz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 186 p.
24. GAMARRA, G. 1996. ARROZ. Manual de producción. Montevideo. Hemisferio sur. 440 p.
25. GARCIA, J. y PINTOS, A. 1997. Momentos de cosecha en cuatro variedades de arroz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 91 p.

26. GRIST, D.A. 1982. Enfermedades del tallo y de la vaina. Arroz. pp 457-459.
27. HAY, R.K.M. and WALKER A.J. 1989. An introduction to the Physiology of crop yield. Auchincruive, Ayr, England. Scottish Agricultural Colleges. pp 5-185
28. KEIM, R., WEBSTER R.K. and WICH, C.M. 1975. Rice. The Rice Journal. 23 p.
29. _____; WEBSTER, R.K.; WICH, C.M. and BRANDON, D.M. 1972. The effects on nitrogen, phosphorus and potassium on severity of Stem Rot disease of rice. Proceedings. Fourteenth Rice Technical Working Group. pp 58-59
30. KUMURA, A. 1995. Physiology of high – yielding rice plants from the viewpoint of the dry matter production and its partitioning. In MATSUO, T., KUMAZAWA, K., ISHII, R., ISHIHARA, K and HIRATA, H. Science of the rice plant: physiology. Tokio. Food and Agriculture Policy Research Center. V. 2. pp 704– 736.
31. LEON, L.A. y ARREGOCES, O. 1985. Factores que afectan la respuesta a la fertilización nitrogenada. Arroz: Investigación y Producción. CIAT. pp 307-335
32. MATSUSHIMA, S. 1995. Physiology of high – yielding rice plants from the viewpoint of yield components. In MATSUO, T., KUMAZAWA, K., ISHII, R., ISHIHARA, K and HIRATA, H. Science of the rice plant: physiology. Tokio. Food and Agriculture Policy Research Center. V. 2. pp 737– 766.
33. MURATA, Y. and MATSUSHIMA S. 1975. Rice. In L.T. EVANS. Crop Physiology. Some case histories. Londres. Cambridge University Press. pp 83-105.
34. OU, S.H. 1972. Fungus diseases- Diseases of Stem, Leaf and Root. Rice Diseases. IRRI. pp 231-246 y 256-265.
35. _____ y NUQUE, F.C. 1975. Enfermedades del arroz causadas por hongos. Cultivo del arroz- Manual de Producción. 257 p.
36. _____. 1985. Rice Diseases. Kew, Surrey, England. 2a edición. pp272-290.
37. PADWICK, G. y WATTS. 1950. Manual of Rice Disease.
38. RIBEIRO, A.S. 1978. Doenças do arroz irrigado. EMBRAPA. Circular Técnica N° 3. 28 p.
39. RODRIGUEZ, D. y ZULUAGA, S. 1990. Efecto de fungicidas y manejo del fertilizante nitrogenado sobre el rendimiento y calidad industrial del arroz. Tesis

Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 183 p.

40. ROEL, A. 1997. Ecofisiología del cultivo. In *Arroz. Resultados Experimentales 1996-1997*. Treinta y Tres, Uruguay, INIA, Estación Experimental del Este, Capítulo 2 pp 1- 7.
41. ROY, A.C., FOCOU, J.B., WANKI, S.B.C. 1987. Varietal differences in milled quality of rice harvested at different maturities. IRRI. International Rice Research Newsletter. 29 p
42. SRIVASTAVA, M. and AHUJA, S. 1970. Stem Rot resistance in rice varieties. *Il Riso*. pp 239-242
43. TANAKA, A. 1976. Comparisons of rice growth in different environments. In *Climate and rice*. Los Baños, Filipinas. IRRI. pp 429 -448.
44. TEXAS AGRICULTURAL EXTENSION 1993. In *Rice production guidelines*. Texas Agricultural Extension Science. The Texas A&M University System. College Station. Texas. D 1253. pp 7-36.
45. TOPOLANSKI, E. 1975. Stem Rot. *El Arroz. Su cultivo y producción*. 135 p.
46. VENKATESWARLU, B. and VISPERAS R.M. 1987. Source sink relationships in crop plants. IRRI, Los Baños, Philippines. Research Paper, Serie No 125. 19 p.
47. WEBSTER, R.K. and GUNNELL, P.S. 1992. In *Compendium of Rice Diseases*. St. Paul, Minn. APS. 62 p.
48. YOSHIDA, S. 1981. *Fundamentals of rice crop Science*. Los Baños, Philippines. IRRI. 268 p.
49. YOSHIDA, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. In *Annual Review Plant Physiology*. pp 437- 464.

IX. APENDICE

Anexo N° 1 a: Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental del Paso de la Laguna-INIA Treinta y Tres. Julio 1996- Junio 1997

	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Annual
TEMPERATURA(°C)													
Media	8.2	13.3	14.9	17.2	20.2	22.4	24.9	22.6	20.3	17.4	14.3	11.5	
Máxima media	14.5	20.0	18.4	22.8	26.2	28.5	31.8	27.8	27.1	24.3	21.2	16	
Mínima 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(Días)	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	17
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	
WINDO(2m)													
Velocidad media(Km/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	
PRECIPITACIÓN(mm)													
Días de lluvia	26.5	116.3	172.4	49.1	92.8	55.9	31.5	109.6	82.3	98.7	72.9	109.5	1011.5
	1	6	15	13	7	11	7	11	7	8	5	16	104
EVAPORACION													
TANQUE"A"													
Total mensual	47.6	71.6	88.2	121.5	191.3	214.2	263.2	160.3	144.2	113.9	70.7	44.0	1525.7

Anexo N° 1 b: Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental del Paso de la Laguna-INIA Treinta y Tres. Serie Histórica 1972-1997.

	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Annual
TEMPERATURA(°C)													
Media	10.5	11.9	13.4	16.3	18.6	21.6	22.7	22.0	20.6	17.3	13.7	10.0	
Máxima 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	
Mínima 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(Días)	4.4	2.0	1.3	0.1	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	
WINDO(2m)													
Velocidad media(Km/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	
PRECIPITACIÓN(mm)													
Días de lluvia	144.8	91.4	109.9	96.5	106.2	55.6	116.0	164.3	95.0	87.2	102.0	106.8	1305.6
	10.2	9.4	10.2	10.2	8.5	3.1	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