



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

USO DE HIDRACIDA MALEICA Y GLIFOSATO  
EN LA SUPRESIÓN DE LA SEMILLAZÓN DEL ARROZ ROJO (*Oryza sp.*)  
Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD INDUSTRIAL  
DE INIA TACUARÍ (*Oryza sativa L.*)

por

Natalia GIGENA COSSIO  
Ana Laura MOREIRA de LEÓN

TESIS presentadas como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniera Agrónoma.  
(Orientación Agrícola-Ganadera)

FACULTAD DE AGRONOMIA

  
DEPARTAMENTO DE  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
BIBLIOTECA

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2002

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Néstor Saldain

Ing. Agr. Juana Villalba

Ing Agr. MSc. Enrique Deambrosi

Ing. Agr. MSc. Julio Rodríguez

Fecha de aprobación: \_\_\_\_\_

Autor: \_\_\_\_\_  
Natalia Gigena Cossio

\_\_\_\_\_  
Ana Laura Moreira de León

### AGRADECIMIENTOS

A nuestros familiares y amigos especialmente a Graciela Cossio, Nair de León, Javier Gonzales, Martín Sosa, Pablo Lacuesta y a todos los que nos apoyaron durante nuestra carrera que hicieron posible que llegáramos hasta acá.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. Nestor Saldain.

Al grupo técnico de arroz muy especialmente a Enrique Deambrosi por su dedicación y valiosas sugerencias, al personal de campo y laboratorio de INIA Treinta y Tres, especialmente a Ruben Jara, Gustavo Crosa , Mabel Oxley y Antonio Acevedo.

A Belky y Gorosito por su buen humor y disponibilidad, al personal de limpieza y demás funcionarios.

Al Ing. Agr. Jorge Franco por el apoyo en los análisis estadísticos.

A nuestra facultad.

## LISTAS DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<b>Cuadro N°.</b>	<b>Página</b>
1. Rendimiento y características agronómicas de INIA Tacuarí.....	35
2. Calidad de grano en INIA Tacuarí.....	36
3. Tratamientos, estado del arroz rojo y del estado del arroz al momento de la aplicación.....	40
4. Cronograma de las actividades realizadas sobre el cultivo.....	41
5. Composición de las panojas marcadas por parcela.....	43
6. Control de la semillazón expresado como cantidad de semillas inviables/1000 semillas por momento de aplicación.....	51
7. Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y control de la semillazón.....	52
8. Coeficientes de los modelos estimados entre dosis y control de la semillazón por momento de aplicación y por producto.....	53
9. Coeficientes de los modelos estimados entre dosis de glifosato y el número de semillas chusas/1000 por momento de aplicación.....	55
10. Porcentaje de viabilidad de las semillas de arroz rojo por momento de aplicación.....	55
11. Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y control de la semillazón.....	56
12. Coeficientes de los modelos estimados entre dosis y semillas llenas viables/100 por momento de aplicación y producto.....	59
13. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad	

de semillas llenas y algunas variables por producto.....	59
14. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semillas llenas y algunas variables por momento de aplicación para HM.....	60
15. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semillas llenas y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.....	60
16. Coeficientes del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas semillenas viables/100.....	61
17. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semilla semillenas y algunas variables por producto.....	62
18. Control de la semillazón del ARN por momento de aplicación.....	64
19. Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas inviábiles del ARN.....	65
20. Coeficientes del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas inviábiles del ARN por momento de aplicación.....	66
21. Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas chusas por momento de aplicación.....	67
22. Coeficientes de correlación lineal y simple entre las semillas chusas del ARN y algunas variables por producto.....	68
23. Porcentaje de viabilidad de semillas llenas del ARN por momento de aplicación.....	69
24. Coeficientes del modelo estimado entre dosis de glifosato y el número de semillas viables/100 del ARN.....	70
25. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de semillas llenas del ARN y algunas variables por producto.....	70
26. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de semillas llenas del ARN y algunas variables por momento de aplicación para HM.....	71
27. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de semillas llenas del ARN y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.....	71

28. Coeficientes de los modelos estimados entre dosis del producto y el control de la semillazón del ARP por momento de aplicación.....	73
29. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el control de la semillazón del ARP y algunas variables por producto.....	73
30. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el control de la semillazón del ARP y algunas variables por momento de aplicación para HM.....	74
31. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el control de la semillazón del ARP y algunas variables por momento de aplicación para el glifosato.....	74
32. Coeficientes de los modelos estimados entre dosis del glifosato y el número de semillas chusas del ARP por momento de aplicación.....	76
33. Coeficientes de correlación lineal, simple entre el número de semillas chusas del ARP y algunas variables por producto.....	76
34. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el número de semillas chusas del ARP y algunas variables por momento de aplicación para HM.....	77
35. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el número de semillas chusas del ARP y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.....	77
36. Coeficientes de los modelos estimados entre dosis de los productos y el número de semillas llenas viables/100 por momento de aplicación.....	79
37. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de las semillas llenas del ARP y algunas variables por producto.....	79
38. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semillas llenas y algunas variables por momento de aplicación para HM.....	80
39. Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de la semillas llenas de ARP y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.....	80
40. Proporción de semillas chusas en la variable control de la semillazón por momento de aplicación y producto.....	83

41. Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos totales/m <sup>2</sup> y algunas variables por producto.....	92
42. Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos llenos/m <sup>2</sup> y algunas variables por producto.....	95
43. Coeficientes del modelo estimado entre dosis de HM y granos chusos/m <sup>2</sup> .....	97
44. Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos totales/panoja y algunas variables por producto.....	100
45. Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos llenos/panoja y algunas variables por producto.....	101
46. Coeficientes del modelo estimado entre dosis para granos chusos por panoja para HM.....	103
47. Coeficientes de correlación lineal, simple entre peso de 1000 granos y algunas variables por producto aplicado.....	106
48. Coeficientes de correlación lineal, simple entre porcentaje de entero y algunas variables por momento de aplicación para HM.....	109
49. Coeficientes de correlación lineal, simple entre porcentaje de entero y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.....	110
50. Coeficientes de correlación lineal, simple entre yeso/BT y algunas variables por producto.....	112
51. Coeficientes del modelo estimado entre dosis y porcentaje de yeso en la fracción quebrado.....	114
52. Coeficientes de correlación lineal, simple entre yeso en la fracción quebrado y algunas variables por producto.....	115
<b>Figura N°</b>	<b>Página</b>
1. Temperatura mínima y crítica durante el período de las aplicaciones.....	38
2. Humedad relativa diaria medida a las 9 horas y a las 15 horas durante el período de las aplicaciones.....	38
3. Horas de sol y precipitaciones diarias correspondiente al período de aplicaciones (18 febrero al 20 marzo).....	39
4. Control de la semillazón del arroz rojo correspondiente a la interacción	

entre los productos y las dosis aplicadas.....	51
5. Control de la semillazón del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, producto y dosis aplicada.....	52
6. Número de semillas chusas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, producto y dosis aplicada.....	54
7. Porcentaje de viabilidad de las semillas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre productos y dosis aplicada.....	56
8. Porcentaje de viabilidad de las semillas de arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y la dosis aplicada.....	57
9. Porcentaje de viabilidad de las semillas llenas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, productos y dosis aplicada.....	58
10. Porcentaje de viabilidad de las semillas semillenas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre productos y dosis aplicada.....	61
11. Porcentaje de viabilidad de las semillas semillenas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y dosis aplicada.....	62
12. Control de la semillazon del ARN correspondiente a la interacción entre los productos y las dosis aplicadas.....	65
13. Número de semillas chusas del ARN correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, los productos y las dosis aplicadas.....	67
14. Porcentaje de viabilidad de las semillas llenas del ARN correspondiente a la interacción entre los productos y las dosis aplicadas.....	69
15. Control de la semillazón del ARP correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, los productos y las dosis aplicadas.....	72
16. Número de semillas chusas de ARP correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y de las dosis empleadas.....	75
17. Porcentaje de semillas viables llenas del ARP correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, los producto y dosis aplicadas.....	78
18. Control de la semillazón del arroz rojo y los componentes del mismo correspondiente a los tratamientos aplicados.....	81
19. Control de la semillazón del ARN y los componentes del mismo	

correspondiente a los tratamientos aplicados.....	84
20. Control de la semillazón del ARP y los componentes del mismo correspondiente a los tratamientos aplicados.....	84
21. Control de la semillazón del arroz rojo y los componentes del mismo según biotipo correspondiente a los tratamientos aplicados.....	86
22. Rendimiento de arroz correspondiente a los tres momento de aplicación durante el llenado de grano de INIA Tacuarí.....	88
23. Rendimiento de arroz de INIA Tacuarí por producto aplicado durante el llenado de granos.....	89
24. Panojas de arroz/m <sup>2</sup> de INIA Tacuarí por producto aplicado durante el llenado de granos.....	90
25. Número de granos totales/m <sup>2</sup> correspondiente a momentos de aplicación durante el llenado de granos de INIA Tacuarí.....	91
26. Número de granos totales/m <sup>2</sup> por producto aplicado durante el llenado de granos de INIA Tacuarí.....	92
27. Número de granos llenos/m <sup>2</sup> correspondiente a los tres momentos de aplicación durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	93
28. Número de granos llenos/m <sup>2</sup> por producto aplicado durante el llenado de grano de INIA Tacuarí.....	94
29. Número de granos chusos/m <sup>2</sup> correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de grano de INIA Tacuarí.....	95
30. Número de granos chusos/m <sup>2</sup> correspondiente a la interacción entre los productos aplicados y sus dosis durante el llenado de los grano de INIA Tacuarí.....	97
31. Número de granos semillenos/m <sup>2</sup> correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de grano de INIA Tacuarí.....	98
32. Número de granos totales por panoja por producto aplicado durante el llenado de granos de INIA Tacuarí.....	99
33. Número de granos llenos por panoja s por producto aplicado durante el llenado de granos de INIA Tacuarí.....	100

34. Número de granos chusos por panoja correspondiente a la interacción entre los productos aplicados y sus dosis durante el llenado de los grano de INIA Tacuarí.....	102
35. Número de granos chusos/ panoja según dosis aplicada separadas por producto.....	103
36. Número de granos semillenos por panoja correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	104
37. Peso de 1000 granos correspondiente a la interacción entre los productos aplicados y sus dosis durante el llenado de los grano de INIA Tacuarí.....	105
38. Porcentaje de blanco total por producto aplicado durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	107
39. Porcentaje de grano entero correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	108
40. Porcentaje de grano entero correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y las dosis aplicadas durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	109
41. Yeso/BT correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	111
42. Yeso en el quebrado/BT por producto aplicado durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí .....	113
43. Yeso en el quebrado/BT correspondiente a la interacción entre los productos aplicados y sus dosis durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	113
44. Yeso en el quebrado/BT correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí.....	114

## Anexo N°

## Página

1. Evolución de la temperatura mínima del aire por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.....	129
2. Evolución de la temperatura máxima del aire por década desde setiembre a	

marzo en la zafra 1999-2000.....	130
3. Evolución de la temperatura media del aire por década desde setiembre a abril en la zafra 1999-2000.....	130
4. Evolución de la humedad relativa diaria de setiembre de 1999 a marzo del 2000.....	131
5. Precipitaciones por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.....	131
6. Evolución de las horas de sol por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.....	132
7. Resultados del control de la semillazón y sus diferentes variables.....	133
8. Resultados del control de la semillazón del ARN y sus diferentes variables.....	134
9. Resultados del control de la semillazón del ARP y sus diferentes variables.....	135
10. Control de la semillazón.....	136
11. Cantidad de granos chusos dejados por cada tratamiento.....	136
12. Viabilidad del arroz rojo.....	137
13. Viabilidad de los granos llenos.....	137
14. Viabilidad de granos semillenos.....	138
15. Control de la semillazón del ARN.....	138
16. Cantidad de granos chusos del ARN.....	139
17. Viabilidad de los granos llenos del ARN para los diferentes tratamientos.....	139
18. Control de la semillazón del ARP.....	140
19. Cantidad de granos chusos del ARP.....	140
20. Viabilidad de los granos llenos del ARP.....	141
21. Resultados de rendimiento y componentes del rendimiento para INIA Tacuarí.....	142
22. Resultados de los componentes de rendimiento para INIA Tacuarí.....	143

23. Resultados de calidad industrial de la variedad INIA Tacuarí.....	144
24. Rendimiento en grano de arroz.....	145
25. Número de granos totales por metro cuadrado.....	145
26. Número de granos llenos por metro cuadrado.....	146
27. Número de granos chusos por metro cuadrado.....	146
28. Número de granos semillenos por metro cuadrado.....	147
29. Número de panojas por metro cuadrado.....	147
30. Número de granos totales por panoja.....	148
31. Número de granos llenos por panoja.....	148
32. Número de granos chusos por panoja.....	149
33. Número de granos semillenos por panoja.....	149
34. Peso de los 1000 granos.....	150
35. Porcentaje de blanco total.....	150
36. Porcentaje de granos enteros.....	151
37. Porcentaje de yeso en quebrado sobre blanco total.....	151
38. Porcentaje de yeso en entero sobre blanco total.....	152
39. Porcentaje de yeso sobre blanco total.....	152
40. Porcentaje de granos verdes.....	153

## 1-INTRODUCCIÓN

El Uruguay está situado en el séptimo lugar como exportador mundial de arroz con una participación del 3,32 % del volumen comercializado, lo que representa unas 739.731 toneladas de arroz elaborado. Sus principales países de destino son Brasil, Irán y Perú con una participación del 58, 19 y 7 % del volumen exportado, respectivamente.

Este rubro en el país ocupa el primer lugar entre los cultivos agrícolas, ubicándose en el segundo rubro de exportación. En la zafra 2000-2001, se sembró un área de 153.700 ha obteniéndose un rendimiento promedio de 6704 kg/ha, lo que resulta en una producción total anual de 1.030.000 toneladas.

El cultivo de arroz se expandió en los últimos 10 años hacia las zonas norte y centro del país, aumentando de manera sostenida el área sembrada hasta la zafra 1998-1999 donde se alcanzó el máximo histórico de 205.990 ha. Posteriormente, el área sembrada descendió con respecto al año de mayor área un 10 % para la zafra 1999-2000 y un 25 % menos en la siguiente zafra.

Del área sembrada en la zafra 2000-2001 solamente el 31,5 % es de propietarios de la tierra. En cuanto al uso de los suelos, se realizó la siembra en un 2,2 % sobre campo natural, un 39 % sobre rastrojos de arroz y el resto del área fue sobre retornos de edad variable (2 a más de 4 años sin cultivar arroz).

A comienzos de la década del '90 ocurrió un fuerte aumento del precio internacional, lo que llevó a una mayor intensificación del cultivo en la zona tradicional (este del país). Como es muy reducida el área sembrada sobre campo natural, la intensificación se tradujo en rotaciones más cortas que determinó que se incrementaran las enfermedades y las poblaciones de malezas en general.

Se denomina bajo el nombre de "arroz rojo" a una serie de arroces salvajes muy emparentados con el arroz cultivado cuya principal característica distintiva es la de poseer pericarpio de color rojizo o marrón. El arroz rojo es una de las malezas más perjudiciales para el cultivo de arroz en todas las regiones arroceras del mundo.

Esta maleza presenta la característica de ser perjudicial no solo en el campo por la competencia que ejerce sobre el cultivo con la consiguiente disminución del rendimiento, sino que por un lado produce un deterioro en la calidad visual del arroz y también afecta la calidad industrial del arroz, disminuyendo el porcentaje de granos enteros y aumentando el porcentaje de yeso.

La información que se obtiene de técnicos que trabajan en el sector arrocero y de los propios productores, es coincidente en afirmar que las infestaciones esporádicas son mucho más frecuentes y que existen zonas localizadas con alta infestación, que ha obligado a discontinuar su uso arrocero, lo que muestra una situación cambiante y con síntomas preocupantes (Zorrilla, 1998).

Zorrilla (1998) señala que por un largo período en el Uruguay la estrategia de control se basaba en la prevención y en la siembra de semilla certificada libre de arroz rojo. Hoy se debe reforzar ésta, pero también se debe trabajar en estrategias de control del arroz rojo en las zonas que ya presentan alta infestación.

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la acción de hidracida maleica (HM) y de glifosato aplicados en diferentes estados de la maleza para el estudio de la supresión de la semillazón del arroz rojo y en el cultivo para establecer sus efectos sobre el rendimiento y la calidad industrial de INIA Tacuarí.

## **2 -REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ARROZ ROJO**

#### **2.1.1 Antecedentes**

Trabajos desarrollados en Japón registran desde el año 700 DC, que el arroz rojo fue cultivado en casi todo el país, perteneciendo a los grupos índico y japonés. Por problemas de bajo rendimiento y de sabor, dejaron de ser cultivados en la segunda mitad del siglo 19 y casi desaparecieron después de la segunda guerra mundial. Sin embargo, hoy en día, biotipos de arroz con pericarpio rojo se continúan cultivando en algunas partes del mundo, como ser en el sur de China y en el sudeste de Asia (Ogawa, 1992; citado por Menezes, 1998).

En U.S.A. existen reportes de la presencia del arroz rojo cuando se cultivaba arroz en Carolina del Sur alrededor de 1846. EL U.S.D.A. en 1850 mencionó cuatro tipos de arroz rojo, probablemente introducidos desde la India (Constantin, 1960; Dodson, 1900; Stubbs et al.; 1904 citado por Craigmiles, 1978). Desde entonces se han identificado 50 diferentes tipos de arroz rojo (Lago, 1982; Noldin et al., 1999, citados por Vaughan, 2001).

De acuerdo con de Souza (1998) en el estado de Río Grande del Sur (Brasil) 142 mil ha de arroz bajo riego se encuentran altamente infestadas por arroz rojo. La mayor parte de la superficie cultivada (521.181 ha) se muestra con una infestación media a alta y 196.304 ha presentan una baja infestación. La infestación de arroz rojo en chacras de ese estado, se ha visto acelerada en las últimas décadas debido a: uso más intensivo del suelo agravándose por la tenencia de la tierra dado que el 64 % son arrendatarios; uso de semilla fiscalizada con una tolerancia de 2 granos de arroz rojo cada 500 gramos, no existiendo un uso obligatorio de semilla fiscalizada y la de semilla por parte de los productores.

Según Marin (1998) en Argentina el problema del arroz rojo no es grave. Algunos industriales estiman que en los últimos años el contenido de arroz rojo en la mercadería que reciben ha disminuido. Entre los motivos que pueden considerarse como responsables de que la infestación no alcance un alto grado se puede señalar: producción de semilla fiscalizada con cero tolerancia de arroz rojo; castigo en la comercialización, se descuenta del precio el doble del porcentaje de arroz rojo con una tolerancia máxima de 2,5 %; incorporación de empresas con buen nivel tecnológico; rotación a campos nuevos; y concientización del productor.

El arroz rojo en el Uruguay se lo ha encontrado desde la introducción del cultivo al país, en variedades provenientes de Italia como: Sesia, Stirpe, Doble Carolina; americanas como Prolific, Blue Rose y otras como Japonés 32, plantadas hasta los años 60 y principio de los 70. En esta época se observaron chacras con cultivos con más de 80 % de infestación por arroz rojo (Chebataroff, 1999).

En principio la infestación fue principalmente de "rojo" de glumas claras, su presencia fue bajando pero quedó remanente el arroz rojo de glumas negras en las zonas antiguas de arroz y además se diseminaron posteriormente con nuevos aportes de semillas introducidas desde Brasil donde esta maleza ha eliminado áreas para el cultivo (Chebataroff, 1999).

Se ha observado que patos y masaricos transportan semillas de arroz rojo cáscara negra (ARN) adherido al plumaje. Se tiene referencia que en algunos campos nuevos sin historia de arroz que se ponen bajo cultivo aparecen algunas plantas de ARN en zonas más húmedas (zonas bajas y zonas que se encharcan) que son visitadas más frecuentemente por este tipo de aves (Saldain com pers).

En 1972 Jorge et al. realizaron una encuesta de pureza de lotes de semilla y demostraron que el 38 % de las muestras estaban contaminadas con arroz rojo. También comprobó que debido a hibridaciones naturales existían biotipos similares a las variedades cultivadas, sobre todo Doble Carolina con granos rojos. Posteriormente la situación mejoró con la difusión de Bluebelle, realizada mediante el control de las empresas apoyadas por un programa oficial de semillas. Otra encuesta realizada por los mismos autores en 1975 indicaba un 10 % de las muestras contaminadas, porcentaje que siguió en descenso hasta llegar a cero.

El desarrollo de un programa de semilla certificada en la década del 70, la expansión del cultivo a campos nuevos, la adquisición de semillas por el productor todos los años, junto con una rotación con descansos prolongados entre cultivos, eran algunas de las prácticas de manejo que favorecían el control de esta maleza (Zorrilla, 1992).

En 1998 el mismo autor observó que un nuevo escenario emergía, dado que aumentaban los factores que favorecen su expansión: rotaciones cortas con descansos de solo dos o tres años e incluso menos entre cultivos; presencia creciente de productores extranjeros, especialmente brasileños, que mantienen prácticas de manejo inadecuadas; falta de control en infestaciones primarias; infestación por otras vías como los equipos

de maquinaria, el agua de los ríos en las inundaciones, los animales domésticos y salvajes, en especial patos y masaricos (Zorrilla, 1998).

En los años 1986, 1991 y 1992 en muestras extraídas del recibo de la industria, se observó una baja presencia de granos de arroz rojo en el arroz, y al tomar la procedencia de las muestras se confirmó la presencia de la maleza en los campos arroceros de todas las regiones de importancia del cultivo en Uruguay (Zorrilla, 1998).

## **2.1.2 Aspectos generales**

### **2.1.2.1 Origen botánico**

Existen dudas de que los actuales ecotipos de arroz rojo con características de malezas sean descendientes de los biotipos de arroz rojo que fueron cultivados en el pasado, o si fueron cambiando a través de cruzamientos naturales con el arroz cultivado por un largo período de tiempo (Ogawa, 1992; citado por Menezes, 1998).

Algunos científicos creen que se originó de un grupo complejo de arroces salvajes *O. sativa* L. var. *fatua* Prain que han sido modificados por hibridaciones naturales con los cultivares (Constantin, 1960 citado por Craigmiles, 1978).

Pese a la numerosas denominaciones que se han sugerido para los diversos tipos, hoy se acepta de que todos ellos están directamente relacionados con las dos especies cultivadas *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima* (Vaughan, 1989; citado por Zorrilla, 1992).

Vaughan et al. (2001) destacan la importancia de una adecuada clasificación del arroz rojo para el desarrollo de estrategias efectivas para el control del mismo. Ellos cuestionaron la clasificación del arroz rojo como *Oryza sativa* ssp. *indica* en U.S.A. y utilizando marcadores de ADN mostraron que existe mayor diversidad de la que se cree. En las muestras recogidas de Arkansas, Louisiana, Mississippi y Texas, encontraron que existen distintos grupos genéticos de arroz rojo: *Oryza sativa* ssp. *indica*, *O. sativa* ssp. *japónica*, los arroces ARN se encuentran dentro de los grupos *O. nivara* y *O. rufipogon*.

Para ver la diversidad genética de los biotipos de arroz rojo y los cultivares en el Uruguay se utilizó la técnica de AFLP's. Los dendrogramas presentan tres grupos diferenciados. Se encuentra una clara relación entre éstos y algunos caracteres morfológicos: grupo A- Acciones de la maleza con caracteres tipo silvestre (cáscaras

negras, ápice púrpura y largas aristas. “arroz negro”). El grupo B- Incluyó todas las variedades: INIA Tacuarí, INIA Caraguatá, INIA Zapata, INIA Cuaró, Bluebelle, EEA 404 y algunas accesiones de maleza (“arroz rojo”) con caracteres de domesticación (cáscara y ápice color paja y aristas cortas o inexistentes); y el grupo C- Accesiones de la maleza con caracteres de domesticación, similar al grupo B, “arroz rojo” (Federici et al., 2001).

Estos autores sugieren que la maleza se originó del arroz cultivado a través de una selección en el tiempo hacia el desgrane, produciéndose luego la diferenciación de ambos grupos mediante una adaptación a un ambiente cultivado (grupos B y C), o a un ambiente natural (grupo A). La maleza se adapta tanto a un ambiente natural como cultivado, y se encuentra en constante evolución mediante continuas hibridaciones con los cultivares.

### **2.1.2.2 Descripción**

El arroz rojo es clasificado como perteneciente a la misma especie del arroz cultivado cuya coloración del pericarpio del grano es rojiza, debido a la acumulación de taninos (Ogawa, 1992; citado por Menezes, 1998) o de antocianinas (Pantone & Baker, 1991).

Las principales características de los biotipos predominantes de arroces rojos que los distinguen de los cultivares de arroz son: pericarpio de color rojizo, aristas largas, hojas de color verde claro y decumbentes, plantas de porte alto, macollos finos, hojas y semillas pilosas, alta capacidad de macollaje, alto índice de área foliar, vigoroso crecimiento inicial y una baja tasa de crecimiento final, desgrane natural elevado y semillas con mayor dormancia (Zorrilla, 1992); (Know et al., 1992); (de Avila, 1998).

La agresividad del arroz rojo como maleza puede ser explicada por una emergencia más rápida que los cultivares, alta capacidad de producción de materia seca, altura de sus plantas generalmente mayor que los cultivares, ciclo más largo, facilidad de desgrane, mayor dormancia de la semilla y viabilidad de éstas en el suelo por 12 años (Diarra et al., 1985a).

Su identificación es difícil previo a la floración ya que solo se dispone como características distintivas, la altura de la planta, su color y pubescencia, lo cual a su vez no es exclusivo del arroz rojo (Zorrilla, 1992).

El crecimiento, desarrollo e interferencia de la plantas de arroz rojo con la del arroz cultivado varía considerablemente de acuerdo a la diferencia en el tiempo de emergencia, la capacidad de macollaje, índice de área foliar, altura y ciclo (Kwon et al., 1992).

### **2.1.3 Características del arroz rojo**

#### **2.1.3.1 Características genéticas**

La coloración rojiza del pericarpio es proveniente de un par de genes (Rd y Rc) con dominancia simple. El resultado de un cruzamiento de arroz rojo con arroz blanco debido al factor de dominancia, puede originar hasta un 75 % de arroz con pericarpio rojizo (Pedroso, 1985).

Ya fue constatado que en una población pura pueden surgir ejemplares con pericarpio rojizo; pero no hay registros que lo contrario haya ocurrido (Pedroso, 1985). Otras características indeseables resultan ser dominantes como dehiscencia del grano, adherencia de la palea y la lema al pericarpio, (Pedroso, 1985), rusticidad, plantas más altas y más precoces que los cultivares, (Gamarra, 1996), semilla con alta dormancia y viable por muchos años ( de 7 a 10 años según Jorge et al., 1980). También son características dominante la pilosidad y el color verde claro.

#### **2.1.3.2 Características de los diferentes biotipos de arroz rojo**

Existen diferentes biotipos de arroz rojo que poseen plantas con grandes variaciones en sus características como, ciclo, pilosidad de la hoja, palea y lema, presencia de arista, tamaño de arista, y color de la cáscara de los granos (Diarra et al., 1985a). Son también conocidas sus diferencias competitivas debidas a su diversidad morfológica (Fischer y Ramírez, 1993).

La existencia de diversos biotipos de arroz rojo con variabilidad morfológica muy grande, puede ser explicada por la ocurrencia de cruzamientos naturales entre los diferentes biotipos de arroz rojo y el arroz cultivado (Galli, 1992; Montealegre & Vargas, 1992 citados por Fischer, 1996; Zorrilla, 1992).

La frecuencia de cruzamientos naturales de arroz rojo con los cultivares de arroz varía entre 1 y 52 %. Ésta aumenta cuando existe mayor coincidencia entre el período de floración del arroz rojo y del arroz cultivado (Langevin, 1990).

Aunque en general se considera que los cruzamientos naturales son bajos, Zorrilla encontró hasta un 6 % de cruzamientos con Bluebelle y EEA 404 y es así que todos los años aparecen nuevas variantes que serán sometidas a la selección natural. Como el gen rojo es dominante, tiende a producirse un enrojecimiento progresivo del arroz cultivado en chacras con alta infestación de arroz rojo. Este problema se agrava cuando se cultiva varios años seguidos y cuanto mayor es el porcentaje de cruzamientos, provocando un fenómeno de “mimetización” del arroz rojo que dificulta su identificación (Gamarra, 1996).

Hoy existe una gran cantidad de biotipos de arroz rojo, predominan en las chacras del sur de USA los biotipos de grano medio, cáscara de color amarillo pajizo y sin arista o cáscara negra con arista, siendo el primero considerablemente más común que el segundo (Kwon et al., 1992). Esta misma conclusión se puede aplicar en las chacras de arroz regado en el sur de Brasil (Menezes, 1998).

Actualmente en las chacras arroceras del Uruguay, el personal de campo y los técnicos señalan que el arroz rojo cáscara negra es más frecuente, esto sería aparentemente distinto que en el pasado y podría ser debido a la rápida sustitución de Bluebelle por El Paso 144 de ciclo más largo. Este hecho permitió a las plantas de arroz rojo cáscara negra semillar sin ser cosechadas dado que son más precoces, mientras que las de cáscara pajiza se mantenían verdes por presentar ciclo más largo siendo recogidas por la combinada (com. pers. Saldain, 2002).

### **2.1.3.3 Arroz rojo con cáscara color pajizo (ARP)**

Presenta granos medios redondeados, abrasivos y sin aristas que se encuentran en una panoja abierta. La planta es de porte alto, de ciclo medio (130 días) con alto vigor, elevado macollaje, todas características que la hacen más competitiva. El desgrane es alto y puede ocurrir que los granos lleguen a madurez fisiológica a los 10 días después de la floración. A los 33 días después de la floración puede haber caído el 50 % de los granos al suelo. Las hojas son pilosas, ásperas, de coloración verde clara, más angostas que el arroz cultivado y con la hoja bandera erecta, característica ésta que permite su identificación en la chacra (Pedroso, 1985; Gamarra, 1996).

La cáscara (lema y palea) está más adherida al pericarpio lo que dificulta la operación de descascarado. El grano presenta surcos que dificultan la remoción de la coloración rojiza del pericarpio, quedando estrías aún después del pulido. En el intento por eliminar estas estrías a través de un pulido más severo, se produce un mayor porcentaje de granos quebrados, ya que el arroz rojo es bastante yesoso, resultando en un

producto final de menor valor (Pedroso, 1985; Zorrilla, 1992). Los granos de arroz rojo cáscara pajiza tienen más porcentaje de yesado que aquellos del arroz rojo cáscara negra (Gamarra, 1996).

#### **2.1.3.4 Arroz rojo con cáscara negra (ARN)**

Este tipo de arroz rojo también posee porte alto, pero son plantas más competitivas con más macollaje que el tipo anterior. Las hojas son más angostas, pilosas, ásperas, de coloración verde clara y muy erectas. El macollo de la planta presenta en la base coloración púrpura. El ciclo es más precoz (112 días), se desgrana más fácilmente y el vuelco es mayor. A veces a la floración en el ápice de cada espiguilla de la panoja muestra una coloración púrpura que luego desaparece cuando la semilla alcanza maduración fisiológica. La panoja es más compacta y con menor cantidad de granos. La lema y la palea cuando llegan a maduración, se tornan de color negro y presentan aristas largas. El grano es largo, fino y bastante yesoso (Pedroso, 1985; Gamarra, 1996).

#### **2.1.3.5 Características del banco de semilla y su importancia**

La precocidad del desgrane natural del arroz rojo es uno de los principales problemas para su control. En trabajos conducidos por Vizzotto et al. (1994) citado por de Avila (1999) se constató que a los 15 días después de la floración, las panojas de arroz rojo presentaron cerca del 4 % de desgrane con un tenor de humedad en la semilla de 40 %, y a los 18 días después de floración un 34 % de desgrane.

#### **2.1.3.6 Dispersión temporal**

Las causas principales de la diseminación temporal son: el alto porcentaje de desgrane con alta dormancia de las semillas (permaneciendo viable por muchos años) (Gamarra, 1996).

La viabilidad en el suelo de las semillas depende de las condiciones climáticas y la profundidad en que se encuentra la misma. Cuando las semillas están en la superficie presentan condiciones más favorables para germinar y están más expuestas a patógenos y a depredadores, por lo que la viabilidad aumenta con la profundidad a la cual están enterradas en el suelo (Banting, 1966; Taylorson, 1970 citados por Avila, 1999).

Como todas las malezas, el arroz rojo no crece en poblaciones uniformes. Uno de los mayores problemas con el arroz rojo es la habilidad de las semillas remanentes que permanecen viables en el suelo por un largo periodo, permitiendo germinar y emerger en distintos años. Algunos estudios indican que las semillas de arroz rojo conservan la viabilidad después de 10 años de enterradas en el suelo (Noldin, et. al., 1995).

En un experimento realizado por el mismo autor encontró que después de un año no hay semilla viable a 5 cm de profundidad. En promedio todos los biotipos (cáscara color paja y negra) enterrados a 25 cm profundidad presentaban una viabilidad (germinación + dormancia) de 8 %, 8 % y 3 % para las muestras de 5, 12 y 17 meses después de enterrado, respectivamente.

El método de irrigación no afectó la longevidad de la semilla en ninguno de los momentos evaluados. Tampoco se encontró diferencia significativa en la longevidad de las semillas entre el arroz rojo cáscara pajiza y cáscara negra. Estos resultados son consistentes con la recomendación que en campos de arroz infestado no se deberían trabajar demasiado profundo enseguida de la cosecha.

En un experimento similar llevados a cabo por Zorrilla y Acevedo constataron que aún a los 8 años de enterradas las semillas de arroz rojo a 5 y 15 cm de profundidad siguen permaneciendo viables, encontrándose mayor cantidad de semillas dormantes en la ubicación correspondiente a la mayor profundidad (com pers. Acevedo, 2001).

El alto porcentaje de semilla en dormancia junto a la duración de la misma hacen aumentar el banco de semilla lo que determina que su erradicación sea más difícil.

#### **2.1.3.7 Diseminación espacial**

La diseminación espacial se basa principalmente en el uso de semilla contaminada con arroz rojo, el transporte de una chacra a otra por: cosechadoras, carros de cosecha, camiones, implementos y tractores, botas de trabajadores (Jorge et al., 1980), adherido al plumaje de aves como masaricos y patos, pero no por su ingestión (Saldain, com. pers.).

## **2.1.4 Interferencia ejercida por el arroz rojo**

### **2.1.4.1 Efecto sobre el rendimiento**

Debido al parentesco entre el arroz rojo y el arroz cultivado, el arroz rojo se ve favorecido por casi todas las labores que se realizan para éste, y hace que la competencia ejercida por la maleza sea más severa, ya que ambas especies tienen una demanda similar en el mismo momento y por los mismos recursos (Fleck, 1980; citado por Menezes, 1998).

Diarra et al. (1985a) observaron que una emergencia temprana del arroz rojo es importante para el establecimiento de las plántulas, de este modo el arroz rojo ocupa espacio y compete tempranamente por nutrientes antes que el cultivar. Sin embargo al tener el arroz rojo una más rápida emergencia posibilita hacer un control químico previo a la emergencia del arroz comercial.

Esta maleza compete durante el ciclo directamente por luz, agua, nutrientes y espacio con el arroz blanco, lo cual provoca una disminución en el rendimiento. La interferencia depende de las condiciones edafoclimáticas, del biotipo infestante, la variedad utilizada, período de competencia, fertilidad del suelo, densidad del cultivo y del arroz rojo, distribución del cultivo, sistema del cultivo y demás técnicas culturales utilizadas (Kavano, et al.; 1974, Smith, 1988; Fischer, 1992; Moody, 1993; citados por Menezes, 1998).

En los estados de floración y durante el llenado del grano del cultivar, la reducción en el rendimiento se incrementa por la competencia del arroz rojo, la radiación solar es fundamental para obtener altos rendimientos de granos (Yoshida, 1981; citado por Fischer & Ramírez, 1993).

Kwon et al. (1992) señalaron que características como la alta tasa de crecimiento inicial, la mayor producción de macollos/m<sup>2</sup> con mayor peso seco, el porte más alto, mayores índices de área foliar y mayor área de la hoja bandera hacen que el arroz rojo sea más competitivo frente al arroz cultivado, lo que determina una disminución en el rendimiento del arroz comercial.

Fischer & Ramírez (1993) destacan que en Colombia en un ensayo con *Oryzica 1* una infestación de 24 plantas/m<sup>2</sup> de arroz rojo redujo el rendimiento un 10 % durante la competencia en los primeros 40 días después de la emergencia, provocando una

reducción del 75 % en el rendimiento si la competencia fue durante todo el ciclo. En el segundo año de estudio, la competencia temprana (primeros 40 días de emergencia del arroz comercial) de 24 plantas/m<sup>2</sup> redujeron el rendimiento un 50 % en la misma variedad.

Por medio de análisis de regresión Kwon et al. (1991) estimaron que la interferencia del arroz rojo (20 plantas/m<sup>2</sup>) cuando se da entre los 40 y 120 días después de la emergencia reduce el peso de los tallos de Newbonnet y Lemont en 25 y 50 kg/ha/día respectivamente. Cuando la interferencia del arroz rojo fue entre los 60 y 120 días el rendimiento en grano fue reducido en 60 y 93 kg/ha/día para las variedades Newbonnet y Lemont respectivamente.

Existen varios experimentos donde se evaluó la disminución del rendimiento debido a la competencia ejercida por el arroz rojo. Kwon et al. (1991) encontraron una reducción en el rendimiento de 86 % para el cultivar Lemont y 52 % para Newbonnet cuando la población de la maleza se encontraba con una densidad de 20 pl/m<sup>2</sup> compitiendo durante 120 días después de la emergencia. Por otro lado, Diarra et al. (1985b) encontraron que poblaciones de arroz rojo con menos de 5 plantas/m<sup>2</sup> redujeron el rendimiento de grano de arroz en 22 %.

El número de granos formados por panoja y el rendimiento en el arroz cultivado decreció significativamente cuando el número de plantas de arroz rojo/m<sup>2</sup> se incrementó desde 0 a 11 y las panojas/m<sup>2</sup> aumentaron de 0 a 29. En el rango de población de la maleza en estudio los aumentos en el número de plantas y panojas de arroz rojo/m<sup>2</sup> no influyeron en la esterilidad de las espiguillas del arroz comercial BR-IRGA 412 (Abud, 1989).

Souza & Fisher (1986) reportaron una reducción de 8 % (equivalente a 590 kg/ha) para el cultivar BR-IRGA 410 cuando hay aproximadamente 5 panojas de arroz rojo/m<sup>2</sup>. En otro ensayo donde la densidad de panojas de arroz rojo era de 170/m<sup>2</sup> hubo una reducción en el rendimiento del 50 % (3540 kg/ha) para el cultivar BR-IRGA 409.

Baldwin (1978) citado por Souza & Fischer (1986), reportó que 32 panojas de arroz rojo/m<sup>2</sup> pueden reducir el rendimiento en un 64 %. Smith (1988) citado por Fischer (1996) determinó que poblaciones de 3 y 19 plantas de arroz rojo/m<sup>2</sup> redujeron el rendimiento en 10 y 50 %, respectivamente.



En ensayos realizados a campo con alta infestación de arroz rojo se constató una reducción del orden de 50 % de rendimiento en grano (Abud, 1987). Souza (1989) demostró que una panoja de arroz rojo por  $m^2$  redujo el rendimiento en grano en 18 kg/ha

En condiciones tropicales, Fisher & Ramírez (1993) encontraron que 5 y 20 plantas de arroz rojo/ $m^2$  redujeron el rendimiento en 40 % y 60 %, respectivamente.

En Grecia, Eleftheroohorinos et al. (2002) observaron que para la variedad Thaibonnet creciendo con 10 plantas de arroz rojo/ $m^2$  el rendimiento en grano fue reducido un 24 y 27 % mientras que para la variedad Arriette la reducción en el rendimiento fue de 26 y 12 % en el 1997 y 1998, respectivamente. Cuando la densidad de arroz rojo fue de 40 plantas/ $m^2$  el rendimiento fue reducido un 58 y 58 % para Thaibonnet, y 47 y 46 % en Arriette en los años 1997 y 1998, respectivamente.

#### **2.1.4.2 Efectos alelopáticos**

En un experimento en macetas, el menor desarrollo inicial constatado en plantas de arroz comercial sembrado en sucesión con el arroz rojo, podría estar relacionado a la producción y posterior exudación de compuestos químicos por las raíces de estas plantas que afectan negativamente el crecimiento inicial del arroz cultivado (Fleck, 1997).

#### **2.1.4.3 Efecto sobre la calidad industrial**

La mezcla de granos de arroz rojo con granos del arroz comercial reduce el rendimiento en el molino (Dunand, 1988). En el proceso de pulido la disminución en la calidad industrial se produce por el esfuerzo extra necesario para la remoción completa del pericarpio coloreado. Lo que unido al alto porcentaje de yeso del arroz rojo, determinan mayor quebrado en los granos tanto del arroz rojo como del cultivar, permaneciendo en los granos estrías coloreadas. Esto provoca el deterioro en el aspecto visual del arroz blanco contaminado con arroz rojo (Zorrilla, 1992). Además los arroces rojos presentan un alto porcentaje de granos yesosos que provocan una disminución en la calidad culinaria (Zorrilla, 1992) (Smith, 1991; Gonzáles 1985; Oliveira y Barros, 1986; citados por Fischer, 1996).

En la Depressao Central del estado de Río Grande, de Souza (1989) estimó que muestras con 10 % de arroz rojo disminuyen en cuatro puntos el porcentaje de entero. En esta región es tal el grado de contaminación con arroz rojo, que el arroz comercial

termina de cambiarse de clase, es decir pasa de ser de grano de tipo largo a tipo medio, resultando en la desvalorización del producto final.

Olivera et al. (1986) estudiaron la influencia de la cantidad de arroz rojo en el porcentaje de granos enteros y determinaron que cuando el porcentaje de arroz rojo es del orden de 5 %, la disminución de granos enteros puede variar entre 1,4 % y 1,2 % dependiendo de la muestra.

### **2.1.5 Prácticas de manejo para el control del arroz rojo**

El control integrado de malezas incluye una combinación de prácticas preventivas, culturales y químicas, constituyendo así una buena estrategia para el control de una maleza tan compleja como lo es el arroz rojo.

#### **2.1.5.1 Prácticas culturales**

##### **2.1.5.1.1 Nivelación**

Nivelación del suelo y llenado de pozos permite eliminar una fuente permanente de infestación (Gamarra, 1996).

##### **2.1.5.1.2 Importancia del uso de semilla libre de arroz rojo**

Franco et al. (2001) destacan que el principal mecanismo de diseminación en Brasil del arroz rojo es a través de la utilización de semilla contaminada. Las Normas y Padrones de Producción de Semilla (Río Grande del Sur, 1998) establecen el uso de semilla certificada con dos semillas de arroz rojo cada 500 gramos, por lo tanto cuando se siembra a una densidad de 150 kg/ha de la variedad comercial se incluyen 600 semillas de arroz rojo/ha. Éstas podrían producir en la zafra siguiente 180.000 semillas, lo cual indica la importancia del uso de semilla libre de arroz rojo (tolerancia cero de semilla de arroz rojo).

En Uruguay desde el año 1989 se eliminó toda tolerancia de arroz rojo en la categoría de semilla certificada y desde el 1993 la tolerancia es cero en todas las categorías de semillas de arroz; esto se suma a que en los últimos tres años el 90 % del área sembrada se realiza con semilla certificada, lo cual significa una fortaleza muy grande para el combate de esta maleza.

### **2.1.5.1.3 Variedad utilizada**

Existen diferencias en la poblaciones de arroz rojo según la variedad utilizada. Las variedades de arroz de crecimiento inicial más rápido con gran capacidad de macollaje, que tienen plantas más altas y de ciclo medio o largo son más competitivas con el arroz rojo que los cultivares de ciclo corto, porte más bajo y poco macolladoras. (Kwon et al., 1991). En un estudio realizado por Dunand (1990) reportó que para la variedad Alan (32 pl/m<sup>2</sup>) la población de plantas de arroz rojo fue menor con respecto a la variedad AS 3510 (45 pl/m<sup>2</sup>) que tiene un ciclo más corto que la variedad Alan.

### **2.1.5.1.4 Densidad de siembra**

Una alta densidad de siembra de la variedad de arroz reduce el macollaje del arroz rojo y la producción de semilla de éste (Gamarra, 1996).

### **2.1.5.1.5 Fecha de siembra**

Si se siembra más tarde, se puede permitir la germinación y posterior destrucción del arroz rojo, mediante laboreo continuo, (Huey et al., 1978) o la aplicación de herbicidas totales como medida de reducción de la población de arroz rojo.

### **2.1.5.1.6 Métodos de siembra:**

#### **2.1.5.1.6.1 Laboreo mínimo y siembra directa**

En estos sistemas la preparación del área a ser cultivada puede ser realizada de dos formas. La primera consiste en preparar el suelo en el verano, y luego realizar pastoreo durante el período de estación fría, manteniendo el área en descanso. La segunda forma consiste en preparar el suelo en los meses de invierno (agosto-setiembre), dejando el área en descanso durante el inicio de la primavera, donde se propicia el desarrollo de la vegetación espontánea (Souza, 1989).

Independientemente de la forma de preparación del suelo antes de la siembra se realiza desecación de la vegetación existente con herbicidas de acción total (Souza, 1989). Las principales ventajas son: satisfactorio control de arroz rojo y reducción de los costos de laboreo, debido a un menor número de operaciones realizadas en la preparación del suelo antes de la siembra para el laboreo mínimo y sin ninguna operación previa cuando se realiza siembra directa.

La eficiencia de control del arroz rojo por el sistema de laboreo mínimo y siembra directa es dependiente del manejo dado al cultivo (Machado et al., 1998, citado por de Avila, 1998) y de las condiciones climáticas reinantes durante el período de emergencia del arroz (Andres et al. 1997, citado por de Avila, 1998). Por lo que se han encontrado variaciones entre años, en algunos años ha aumentado la población de arroz rojo y en otros años ha disminuido.

#### **2.1.5.1.6.2 Trasplante de mudas**

Este método puede ofrecer elevado control de arroz rojo. Noldin (1988) señala como ventajas: menor densidad de siembra (25 a 30 kg/ha), mayor competitividad del cultivo con las malezas (por la mejor equidistancia entre las plantas) y mayor eficiencia de control de éstas por la presencia de una lámina de agua desde el trasplante de las mudas, y mayor facilidad de realizar arranque del arroz rojo debido al mayor espacio entre líneas del cultivo (30 cm). El autor menciona como desventaja: que si se realiza a mano, genera una gran demanda de mano de obra para el trasplante, si se realiza mecánicamente los costos son altos y se tiene un rendimiento (ha/día) reducido debido a que la maquinaria existente es de pequeño porte.

#### **2.1.5.1.6.3 Semilla pre-germinada**

Consiste en efectuar la siembra en suelo inundado con una lámina de agua de 10 a 15 cm. En este sistema el agua puede ser manejada de tres formas: manteniendo la lámina de agua desde la siembra hasta la cosecha, drenaje de agua después de la siembra para evitar la deriva de plántulas de arroz, con la desventaja de permitir la emergencia del arroz rojo dependiendo de la duración del período de drenaje, y por último disminución de la lámina de agua gradualmente (Noldin, 1988).

Este método está basado en el hecho de que el arroz rojo no germina cuando está cubierto por suelo y agua o sea en ausencia de oxígeno, solo podrá germinar cuando este cubierto por suelo (Abud, 1986, Noldin, 1988). Sin embargo, en estudios realizados por Saldain (1997) se encontró que existen diversos ecotipos de arroz rojo que tienen la capacidad de germinar desde 2 cm enterrado en el suelo bajo inundación.

Sonnier (1978) citado por Noldin (1988) observó que en experimentos con inundación continua solamente el 3,3 % del rendimiento total era arroz rojo. En cambio con drenaje prolongado después de la siembra hubo reducción del rendimiento total por la presencia del arroz rojo, siendo 40 % de la producción de semilla de esta maleza.

La instalación del cultivo sobre una lámina de agua, realizada a través del trasplante de mudas o con semilla pre-germinada proporciona alto control de arroz rojo, con reflejo positivo en el rendimiento en grano del arroz cultivado, comparado con la siembra en suelo seco. Debido a que a esta última (sea convencional o directa) determina una mayor emergencia de las panojas de arroz rojo, la cual va a depender de la población de la maleza (de Avila, 1998).

El grado de control depende de los niveles de población de la maleza, cuando es elevada, los métodos de siembra en agua no ofrecen controles aceptables del arroz rojo, mientras que cuando son menores, la siembra en agua mostró buenos controles (Bachino et al, 2002).

La siembra convencional de arroz irrigado es un sistema que promueve el aumento del banco de semillas del arroz rojo (de Avila, 1998).

La siembra en agua con arroz pregerminado tiene buena eficiencia de control, pero no se logra una adecuada implantación con agua profunda y permanente, además del daño ocasionado por los patos (Chebataroff; Alvares, 1976, citados por Chebataroff, 1999).

#### **2.1.5.1.7 Raleo manual**

Es un método que consiste en arrancar manualmente las plantas de arroz rojo a la floración de las mismas, este método resulta efectivo cuando la infestación de la chacra recién comienza (Gamarra, 1996).

#### **2.1.5.2 Control químico**

##### **2.1.5.2.1 Rotación de cultivos**

La rotación de cultivos es un método que permite cortar el ciclo de las malezas predominantes en cada cultivo, ya sea a través del uso de diferentes herbicidas o por la propia interferencia del cultivo y sus prácticas culturales.

En trabajos realizados por Marchezan (1997) entre 1992 y 1996, concluyó que la rotación de cultivos con soja (*Glycine max*) y maíz (*Zea mays*) permite no solo una reducción en el banco de semillas del suelo del arroz rojo sino también en la cantidad de

panojas de éste al momento de la cosecha. La mayor reducción del banco de semillas fue la correspondiente al cultivo de soja (88 %) que la obtenida por el cultivo del maíz (76 %). La reducción en el número de panojas de arroz rojo al momento de la cosecha en el cultivo del arroz es similar para ambos cultivos antecesores (95 %). Otra de las variables en este experimento fue el mantenimiento durante el invierno de la chacra en barbecho o con cultivo de raigrás (*Lolium multiflorum*) y el autor concluyó que no afecta las variables estudiadas.

Otros métodos de control del arroz rojo han consistido en la rotación de arroz con soja utilizando diferentes químicos para reducir las poblaciones de rojo. En los tratamientos fraccionados de dimethenamid proporcionó un 93 % de control, mejor que dimethenamid aplicado PSI que tuvo un 87 % de control; y superior a metolachlor que tuvo un 85 % de control. Todos estos tratamientos tuvieron mejor control que alachlor + trifluralina con un 78 % de control (Ferguson, et al., 1996).

Los herbicidas usados en el cultivo de maíz son una alternativa eficiente en el control del arroz rojo. En general, los herbicidas de aplicación en preemergencia (un día después de la siembra) son más eficientes en el control del arroz rojo que los herbicidas postemergentes (al estado de cuatro hojas). Dentro de los preemergentes se destacan por su eficiencia los herbicidas imidazolinonas (Rizzardi et al., 2001).

Los graminicidas fluazifop y quizalofop son utilizados en el cultivo de soja y pueden reducir la semillazón del arroz rojo. Salzman et al. (1988) evaluaron fluazifop aplicado secuencialmente a la dosis de 280g i.a./ha y encontraron que reduce la producción de panojas entre un 75 a 80 % y la producción de semillas un 80 %. En la dosis de 140 g i.a./ha aplicado de la misma manera reduce la producción de semillas 83 %. Quizalofop a 280g i.a./ha aplicado secuencialmente reduce la producción de panojas entre un 75 a 100 % y la producción de semillas 91 %. Aplicaciones secuenciales de cualquiera de los dos herbicidas en las plantas de arroz rojo cuando se encontraban en el estado de iniciación de la panoja y/o en la floración temprana fueron más efectivas.

En un estudio con soja transgénica el arroz rojo fue tratado en el estado de 2-3 hojas con glifosato (0,84 kg i.a./ha) y proporcionó un 95 % de control a los 11 días después del tratamiento. A los 24 días después de los tratamientos, glifosato (0,84 kg a.i./ha) tuvo 95 % de control. Quizalofop-p a 0,069 kg i.a./ha tuvo 66 % de control, y clethodim 0,140 kg i.a./ha tuvo un 91 % de control. Al año siguiente, el arroz rojo fue tratado en el estado de 4-hojas y macollaje temprano. A los 27 días del tratamiento los porcentajes de control fueron para glifosato a 0,62 kg i.a./ha de 88 % y a 0,84 kg i.a./ha de 99 % (Guy, 1996).

Datos obtenidos en el área demostrativa de Arrozal 33 concluían que el arroz continuo era el tratamiento de mayor multiplicación de arroz rojo, mientras que la pradera de 4 años mantenía valores medios y los laboreos superficiales intensos y repetidos durante un año a igual profundidad mostraron buen control. Los cultivos de soja y sorgo sembrados en camellones no mostraron buen control de la malezas y su productividad fue afectada debido al pobre drenaje interno del suelo agravado por la deficiencia de nitrógeno y drenaje superficial (Chebataroff, Alvares, 1976 citado por Chebataroff, 1999).

Pese a tener diferencias morfológicas, existe similitud entre las plantas de arroz y arroz rojo en cuanto a características fisiológicas y bioquímicas (Hoagland, 1978; Smith, 1981 citado por Fischer y Ramirez, (1993); de Avila). Debido a estas características las plantas de arroz rojo son tolerantes a casi la totalidad de los herbicidas utilizados en arroz, limitando de este modo la utilización del control químico selectivo (Kwon et al., 1991; citado por Menezes, 1998).

#### **2.1.5.2.2 Pre-siembra**

Amaral (1997) observó un buen control de arroz rojo (80 %) por el uso de 2,4 D amina a la dosis de 5,36 kg i.a /ha en pre siembra incorporado, solo o mezclado con trifluralina a 0,53 kg i.a./ha. Cuando la aplicación se realizó dos semanas antes de la siembra hubo fitotoxicidad para el cultivo de arroz comercial, sin embargo, cuando la aplicación se hizo tres semanas antes de la siembra los daños fueron leves.

Molinate aplicado en el suelo en dosis elevadas controla al arroz rojo, no obstante, este tratamiento provoca daños a las plántulas. Si se baña la cáscara del arroz con NA (1,8-naphthalic anhydride) se reduce la fitotoxicidad del molinate en la variedad de arroz bajo cultivo sin perder eficiencia en el control del arroz rojo (Price, et al., sin fecha).

Si se va a realizar siembra en agua del arroz en un área infestada con arroz rojo la técnica de irrigación con inundación permanente asociada a la aplicación de molinate en presiembra incorporado, normalmente proporciona un control de 80 a 95 % (Abud, 1986).

### 2.1.5.2.3 Post-siembra

#### 2.1.5.2.3.1 Uso de cultivares resistentes a herbicidas

Las prácticas actuales para el control de arroz rojo se basan en aplicaciones en pre siembra de herbicidas desecantes. Una vez que el arroz cultivado emerge no hay posibilidades de utilización de herbicidas no selectivos para el control de esa maleza.

Por lo que ha surgido el desarrollo de plantas de arroz genéticamente modificadas por transgenia para expresar el gen *bar*, que las hace tolerantes al glufosinato, siendo selectivo para estas variedades. Las plantas transformadas con el gen *bar* o *pat* codifican la expresión de la enzima fosfotricin acetyl transferase que metaboliza al glufosinato en una molécula sin actividad herbicida.

El desarrollo de cultivares resistentes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas, a través de selección de mutantes por inducción de mutaciones puntuales, se presenta como una alternativa muy promisoría. Los herbicidas de este grupo son aplicados tanto en pre-emergencia como en post-emergencia principalmente para el control de dicotiledoneas y algunas gramíneas anuales. Ellos inhiben a la enzima acetolactato sintetasa (ALS), la cual es clave en la biosíntesis de los aminoácidos ramificados isoleucina, leucina y valina.

El modo de acción de los herbicidas de este grupo ocurre a través de la inhibición del crecimiento dentro de pocas horas después de la aplicación. Dentro de una o dos semanas los tejidos meristemáticos se tornan cloróticos, lo que posteriormente determina una lenta necrosis foliar (WSSA 2002).

Fleck et al. (2001) Menezes et al. (2001) concluyeron que los tratamientos con herbicidas del grupo de las imidazolinonas presentaron una elevada eficiencia en el control selectivo de arroz rojo y capín utilizando el sistema Clearfield®. Estos productos ocasionaron un daño temporario en la línea evaluada IRGA 417-CL, no obstante, los tratamientos de herbicidas evaluados produjeron unos rendimientos de arroz similares. Esto demuestra que algunas variaciones encontradas en el grado de control de las malezas y de los daños observados en al cultivo no presentan efectos relevantes en la productividad final.

Noldin (2001) realizó un experimento con el fin de ver la importancia de la tasa de hibridaciones entre el arroz genéticamente modificado (AGM) portador del gen *bar*

de resistencia al herbicida glufosinato y el arroz rojo. En condiciones de máxima coincidencia de la floración y la mínima distancia entre las planta de AGM y arroz rojo, se observó que ocurre cruzamiento natural entre el AGM y el arroz cáscara roja y cáscara negra en ambos sentidos. Cuando el AGM fue receptor o dador de polen los índices de hibridación dependieron del grado de sincronía de la floración entre los genotipos evaluados y de las condiciones ambientales, principalmente viento, humedad relativa y temperatura. Estas condiciones afectan directamente la dispersión y sobrevivencia del polen en el ambiente. Cuando el AGM es el receptor de polen la tasa de cruzamiento varía entre 0,22 % para arroz cáscara roja y 0,02 % para arroz cáscara negra. Cuando el AGM es el dador de polen la tasa varía entre 0,02-0,26 % para arroz cáscara roja y 0,07-0,14 % para arroz cáscara negra.

#### **2.1.5.2.3.2 Uso de la barra química**

Debido a diferencias de altura de la planta entre el arroz rojo y de los cultivares semienanos, es posible controlar el arroz rojo sin afectar al arroz cultivado. Las aplicaciones de cuerda o de rolo que pueden ser montados sobre la polea de fuerza del tractor son usados para la aplicación de herbicidas en pequeñas dosis. Los controles obtenidos pueden ser considerados de regular a buenos con respecto a la formación de semillas de arroz rojo. En muchos casos las plantas de arroz rojo no son controladas, pero sí es controlada la formación de semillas viables en las panojas (Abud, 1986).

La prolífica producción de semillas por el arroz rojo, hace que retorne una alta cantidad de éstas al banco de semilla existente en el suelo para futuras emergencias. Por lo tanto prevenir la producción de semilla se torna un objetivo a alcanzar.

## **2.2 HIDRACIDA MALEICA**

### **2.2.1 Características y modo de acción**

El 1,2-dihydro-3,6-pyridazinedione, cuyo nombre común es hidracida maleica (HM), se presenta en su forma ácida como cristales blancos, inodoro, con punto de fusión de 292 °C. Posee una solubilidad en agua de 4500 mg/l a 25 °C y a pH 7, también es soluble en acetona, alcohol etílico y otros solventes orgánicos. Para aplicaciones agrícolas se presenta formulado como una sal potásica de HM que posee una solubilidad en agua de 340000 mg/l. (WSSA, 2002a).

HM es un regulador del crecimiento de acción sistémica que inhibe la división celular, pero no afecta la elongación celular. Su modo de acción podría ser la reducción

de la biosíntesis de ácidos nucleicos, ya que HM es un análogo del uracil (Gianfagna,1995; Brandi, et al.,1997).

### **2.2.1.1 Utilización de HM en la agricultura**

Es utilizado como antibrotante en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum*), en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) y de los bulbos de cebolla (*Allium cepa*) y ajo (*Allium sativum*). En el cultivo de arroz, inhibe el llenado de granos de arroz rojo, reduciendo así la infestación para el año siguiente. (Gianfagna,1995)

### **2.2.2 Momento de aplicación de HM en el arroz comercial y el arroz rojo**

Para que este producto sea usado sin perjuicio para el cultivo, debe de haber una diferencia en días entre la floración del arroz comercial y del arroz rojo, de modo que se encuentre el arroz rojo en estado susceptible a la acción del producto y el cultivar en estado de grano pastoso o más avanzado para no ser afectado (Brandi et al. 1997).

Si se aplica en plantas de arroz rojo en floración o en estados iniciales de llenado de grano, la formación de éstos es inhibida, resultando en panojas vacías. Cuando es aplicado en el estado de embarrigado, su acción impide la emisión de la panoja. El producto no es eficiente aplicado después del estado de grano lechoso (Brandi, et al.,1997a).

Brandi et al.(1997b) realizaron dos ensayos en los municipios de Guaíba y de Viamao (Río Grande del Sur) en la zafra 95/96. Se aplicó HM en las dosis 1,96; 2,33 y 2,7 kg i.a./ha, cuando el arroz rojo se encontraba en etapas de embarrigado y de floración, mientras que la variedad IRGA-416 se encontraba en estado de pastoso-masa firme y masa firme. La aplicación de HM es eficiente en reducir la formación de granos de arroz rojo sin afectar el desarrollo del cultivo de arroz, reflejándose en una reducción de la cantidad de arroz rojo en el arroz cosechado y disminuyendo el aporte de semillas de la maleza al banco de semillas del suelo. En Guaíba las tres dosis para los dos estados evaluados fueron eficientes. En Viamao sobresalieron las dosis 2,33 y 2,7 kg i.a./ha para el estado de embarrigado del arroz rojo.

Además de inhibir la formación de grano, HM reduce la germinación de las semillas que se encuentre en estado lechoso o pastoso en el momento de la aplicación. En el caso de las semillas que alcanzan el estado de madurez, este efecto no se observa, debido a que la traslocación es reducida, no permitiendo una llegada de producto en

cantidad suficiente a las mismas (Brandi, et al., 1999; Ortiz et al., sin fecha; Andres et al., 1997).

Brandi et al. (1997a) aplicaron 2,33 kg i.a./ha de HM en la zafra 95/96 y se utilizó el cultivar IRGA-416 y en la zafra 96/97 el cultivar BR-IRGA-414. En ambas aplicaciones el cultivar se encontraba en su mayoría en estado de grano pastoso a masa firme y el arroz rojo en emisión de la panoja o en floración. En la zafra 95/96, el 70 % de los tallos de arroz rojo no llegaron a emitir panoja, el 19,8 % formaron panojas anormales (estériles) y el restante 10,2 % formaron panojas normales (semillas llenas). En la zafra 96/97, el 54,2 % de los tallos de arroz rojo no emitieron panoja, el 40,7 % formaron panojas anormales y solamente el 5,1 % tenían panojas normales. Como consecuencia en las dos zafras la reducción de arroz rojo en la muestra fue significativa. Esto mejoró los componentes del rendimiento provocando aumentos de 1,7 a 3,4 puntos porcentuales en el rendimiento total. También hubo una reducción en la humedad a la cosecha con la reducción de arroz rojo.

El uso de este producto disminuyó la población de arroz rojo en la zafra 96/97 en un 71 %. Esta disminución fue causada por una menor producción de semillas de arroz rojo y una inhibición de la germinación de las semillas antes de que cayeran al suelo. Las semillas después de 15 meses del tratamiento presentaron un poder germinativo 60,8 % menor que las semillas de los tratamientos testigos. Hubo un aumento en la esterilidad del arroz blanco en la zafra 95/96 con el consecuente menor número de granos/panoja pero no llegó a afectar la producción. No hubo diferencias en el peso de los 1000 granos en ninguna de las dos zafras (Brandi, et al., 1997a).

La aplicación sobre ARP de HM a los 9 días después de la exserción de la panoja (DDEP) determinó que el porcentaje de germinación sea de un 60 %. En las semillas de las panojas tratadas a los 10-21 DDEP el porcentaje de germinación estuvo entre 85 y 100 % (Dunand et al. 1998).

### **2.2.3 Efectos de la HM sobre las variedades.**

Dunand (1996) evaluó el efecto directo de HM sobre el arroz comercial, para ello utilizó la variedad de madurez temprana Cypress. Se aplicó 1,68 kg i.a./ha de HM en el estado de exserción de la panoja, estado lechoso (7 días después de floración, DDF), estado pastoso (14 DDF) y madurez fisiológica (21 DDF). La HM aplicada en floración afectó adversamente el desarrollo reproductivo, en cambio, los otros tiempos más tardíos de aplicación no provocaron efectos adversos. Sin afectar la densidad de las panojas, HM aplicada en floración causó un 15 % de panojas infértiles (sin granos) comparado

con 3 % de los otros tratamientos más tardíos; lo que llevó a una reducción en el rendimiento en grano de 2240 kg/ha. Se afectó también la calidad del arroz, resultando en una reducción de 1,5 y 3 % en el total de rendimiento molinero y de grano entero, respectivamente.

Dunand (1991) estudió la aplicación de HM a las dosis 0,84 kg i.a./ha y 1,69 kg i.a./ha en los estados de grano lechoso y masa dura utilizando la variedad Maybelle. La dosis más alta al estado de masa dura redujo la densidad del arroz rojo. El mismo producto en estado lechoso y en altas dosis eliminó la producción de panojas de arroz rojo. Sin embargo, en la variedad redujo el rendimiento en grano en 1120 kg/ha cuando se aplicó tempranamente la dosis más alta.

Cuando se aplicó HM a la variedad Maybelle se encontraba en el estado de llenado del grano (después de la exsersión de la panoja) y el arroz rojo se encontraba en el estado de embuche (antes de la exsersión de las panojas). La exsersión de la panoja del arroz rojo se redujo un 70 % y Maybelle no se afectó. El contenido de granos de arroz rojo disminuyó un 90 %, lo que mejoró la calidad del grano comercializable de arroz. En adición, se observó un menor aumento en el contenido de humedad en el grano de arroz cosechado por menos contenido de semilla de arroz rojo (Dunand et al., 1993).

En Louisiana usando HM, Dunand (citado por Irwin, 1996) reportó la supresión de la semillazón del arroz rojo en un 90 a 95 %. Según Sanders citado por Irwin (1996), esta tecnología está restringida a variedades tempranas, no elimina la planta del cultivo y por lo tanto compite con él durante todo el ciclo y no expresando las variedades tempranas altos rendimientos. Por otro lado, existe la dificultad de no poder predecir el tiempo y daño que produce el banco de semillas, porque la longevidad de las semillas del arroz rojo es desconocida, pudiendo llegar a sobrevivir por muchos años.

#### **2.2.4 Aplicación de HM en combinación con otros tratamientos**

Los herbicidas aplicados pre-siembra molinate y thiobencarb en combinación con siembra en agua seguida de un drenaje de corta duración (3 días) pueden promover hasta un 80 % de control de arroz rojo. Molinate y thiobencarb fueron aplicados a 4,48 kg i.a./ha en un área infestada naturalmente por arroz rojo pre-siembra incorporado y pre-siembra en superficie, respectivamente. (Dunand et al., 1994).

Cuando la variedad de maduración temprana Tebonnet se encontraba en estado lechoso y el arroz rojo estaba en la emisión de la panoja, se aplicó 1,68 kg i.a./ha de HM.

La densidad de panojas de arroz rojo no fue afectada por HM. El rendimiento en grano fue incrementado 2240 kg/ha por los herbicidas pre-siembra y fue disminuido 784 kg/ha por la HM. El regulador de crecimiento estuvo asociado a la reducción en la cantidad de semilla de arroz rojo, lo que contribuyó en el total de la reducción en el rendimiento. Como se obtuvo menor cantidad de semilla de arroz rojo en el grano, el rendimiento molinero total y el porcentaje de grano entero se incrementaron, cuando se aplicaron los herbicidas pre-siembra seguidos por HM comparado con cualquiera de los dos tratamientos pre-siembra solos. En promedio, los tratamientos pre-siembra alcanzaron alrededor del 90 % de control del arroz rojo (Dunand et al., 1994).

Los efectos de arroz rojo sobre la producción de arroz son minimizados por la aplicación de los herbicidas pre-siembra, seguido por HM que restringe la formación de la semilla de las plantas de arroz rojo que escapan al control pre-siembra. Con lo anterior se mejora la calidad del grano y a futuro se disminuye la re-siembra del arroz rojo (Dunand et al., 1994).

En este trabajo Dunand et al. 1990 aplicaron HM en la dosis 1,68 kg i.a./ha cuando las variedades se encontraban en el estado de masa y mefluidide a 0,28 kg i.a./ha en estado de embarrigado tardío y en el estado de masa de los granos. La producción y supresión de panojas de arroz rojo se afectó por los reguladores de crecimiento. El efecto dependió de la variedad utilizada, HM redujo el número de panojas de arroz rojo significativamente en un 90 % para las variedades Alan y AS 3510. En cambio, para Maybelle y Tebonnet, HM y mefluidide redujeron éstas en promedio 80 % y 70 %, respectivamente. HM aumentó significativamente el rendimiento total y el grano entero, en un 2 % para Alan y un similar efecto ocurrió con mefluidide en Maybelle. HM y mefluidide redujeron el contenido de arroz rojo en 20% y 10% del arroz sin pulir y pulido, respectivamente. Se estudió también en suelo en barbecho infestado con arroz rojo la realización de un corte en la maleza seguido de la aplicación de HM (2,82 kg i.a./ha) al estado de exserción de la panoja o la aplicación de HM solamente. Estos tratamientos redujeron las panojas y la producción de semilla de arroz rojo en 50 y 75 % respectivamente, no observándose efecto en el macollaje. Se determinó el porcentaje de germinación de las semillas remanentes y se encontró un 90 % de control en promedio para HM cuando fue aplicado solo o seguido de un corte (Dunand, 1991).

### **2.2.5 Factores ambientales**

En estudios realizados por Andres et al., 1997 se llegó a la conclusión de que una lluvia de 30 mm tres horas después de la aplicación no afectaron la performance de HM.

## **2.3 GLIFOSATO**

### **2.3.1 Características generales y modo de acción**

Glifosato, N-(fosfometil)-glicina, es un herbicida post-emergente no selectivo. Es un derivado de la glicina con un ácido fosfónico unido al radical amino. En su forma ácida se presenta como un sólido blanco e inodoro. Tiene un punto de fusión de 200 °C y una solubilidad en agua de 15700 mg/l a 25 °C y a pH 7. Es usualmente formulado como una sal isopropilamónica de glifosato con una solubilidad en agua de 900000 mg/l a 25 °C y a pH 7. Roundup contiene 360 g/l de equivalente ácido de glifosato y 480 g/l de equivalente sal (WSSA, 2002b) (Sprankle et al., 1975, citado por Martino, 1995).

Entre pH 2 y 10,6 que incluye los niveles fisiológicos de pH, el glifosato es un zwitterion, existiendo predominantemente como anión bivalente. Éste puede unirse fuertemente a cationes metálicos, siendo que su forma activa es como un anión (Devine et al, 1993) (Sprankle et al., 1975, citado por Martino, 1995).

Debido a su reducido tamaño y a su naturaleza polar, el glifosato es altamente soluble en agua, y no es capaz de atravesar por sí mismo las cutículas foliares y membranas celulares hidrofóbicas de las malezas (Røyneberg et al., 1992, citado por Martino, 1995). Por esa razón la formulación del herbicida contiene un agente surfactante, que ayuda a superar dichas barreras (Martino, 1995).

El glifosato es el único herbicida que bloquea la síntesis de los aminoácidos aromáticos: tirosina, fenilalanina y triptófano (Devine, et al., 1993).

El sitio metabólico de acción del glifosato es en la vía del ácido chiquímico, proceso que solo ocurre en plantas, bacterias y hongos (Salisbury, et al., 1992. citado por Martino, D.L.; 1995). Este inhibe la enzima EPSP sintetasa que cataliza la reacción entre el fosfoenolpiruvato y el ácido 5-fosfochiquímico para sintetizar un precursor de ácido corísmico (Steinrucken, et al. (1980), citado por Martino (1995); WSSA (2002b); Devine, et al., (1993)).

La inhibición de EPSP conduce a una reducción de los aminoácidos aromáticos necesarios para la síntesis de proteínas o en la biosíntesis principal del crecimiento. Aunque la aparente muerte de las plantas resulta de los eventos ocurridos en respuesta a la inhibición de EPSP sintetasa, la actual secuencia de los procesos fitotóxicos no está clara (WSSA, 2002b).

El triptófano es precursor de la hormona auxina, por lo tanto en dosis subletales, el glifosato rompe la dominancia apical (Devine, et al.,1993). Los efectos letales se observan en plantas anuales después de los 4-5 días y en plantas perennes después de los 7-8 días (WSSA,2002b).

### 2.3.1.1 Absorción y traslocación

Se absorbe por hojas y partes verdes de las plantas y tiene un gran poder de traslocación. La fuerza que impulsa la absorción es el gradiente de concentración a través de la cutícula y membrana plasmática (Townson, et al, 1990, citado por Martino,1995). La absorción cesa 3 días después de la aplicación en las especies perennes, mientras que en las especies anuales la misma continua por más de tres días (Sandberg et al.,1980, citado por Martino,1995).

La absorción a nivel celular requiere de la presencia de cationes divalentes, ya que en estudios realizados por Burton et al.(1988) citado por Martino (1995) concluyen que en presencia de los cationes  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  la absorción no solo no fue inhibida por estos cationes sino que en su ausencia fue menor. Por lo que sugieren que pueden ser necesarios para mantener la integridad de las membranas, y también para la activación de enzimas presentes en la membrana plasmática. Estos autores también reportaron que los iones  $\text{Zn}^{+2}$  y  $\text{Mn}^{+2}$  tenían efectos estimulantes para la absorción por las células.

Existe evidencia que el glifosato puede penetrar a las células vegetales y bacterianas por el mecanismo de transporte de fosfatos (Devine, et al.,1993). El transporte de glifosato a través de la plasmalema es más lento que el de la mayoría de los herbicidas (especialmente de los herbicidas no polares), probablemente debido su carga negativa al pH fisiológico (WSSA, 2002b).

La traslocación por el floema comienza inmediatamente sin ninguna transformación química del herbicida (Gottrup et el.1976; Sandberg et al.,1980, citados por Martino, 1995). Primariamente es traslocado vía simplasto con acumulación en los tejidos subterráneos, hojas inmaduras y meristemas. La traslocación apoplástica ha sido observada en algunas especies, sin embargo en la mayoría el movimiento vía apoplasto es poco o inexistente (WSSA, 2002b; Devine, et al., 1993).

En trabajos realizados en USA encontraron que la limitante en la traslocación del herbicida es la absorción del mismo. Se determinó que la planta absorbe el 70 % de la dosis aplicada en el día de aplicación, disminuyendo la misma en los días subsiguientes.

La máxima cantidad de absorción se da en las tres primeras horas después de la aplicación. La traslocación tiene un patrón similar, ya que el día de aplicación es traslocado el 70 % de lo absorbido, en el segundo día se trasloca del 87 al 77 % de lo restante. La cantidad absorbida depende de la dosis, a mayor dosis mayor porcentaje de esta dosis será absorbida (Kirkwood, et al., 2000).

El transporte floemático del herbicida es presumiblemente controlado por los factores que regulan el transporte de fotoasimilados (Kirkwood, et al., 2000). El glifosato podría interferir en su propia traslocación desde las hojas tratadas a través de la interferencia en la partición del carbono y en el metabolismo (WSSA, 2002b).

El hecho que se mueva por el floema y de su relativamente lenta actividad hacen que sea el herbicida ideal para el control de malezas perennes con órganos subterráneos regenerativos como rizomas y tubérculos (Devine, et al., 1993).

### **2.3.2 Efectos en la planta**

El crecimiento es inhibido rápidamente luego de la aplicación, seguido por una clorosis general y necrosis dentro de 4-7 días en especies altamente susceptibles y dentro de 10-20 días en especies menos susceptibles. La clorosis puede aparecer primero y es más pronunciada en las hojas inmaduras y en los puntos de crecimiento. Con frecuencia en el rebrote de gramíneas perennes y especies leñosas aparecen deformaciones con marcas o estrías blanquecinas, y múltiples brotes pueden desarrollarse en los nudos (WSSA, 2002b; Devine, et al., 1993).

Servaites et al. (1987) citado por Martino (1995) reportaron un descenso inmediato en los niveles de ribulosa difosfato, y por lo tanto en la tasa de fotosíntesis de hojas de remolacha azucarera cuatro horas después de la aplicación. A su vez Sprankle et al. (1975) citado por Martino (1995) encontraron una rápida disminución de la tasa de fotosíntesis, casi sin ningún efecto de corto plazo sobre la tasa de respiración de plántulas de trigo y *Elytrigia repens* (gramínea perenne) tratadas con glifosato.

Shuma et al. (1993) realizaron estudios en avena negra (*Avena fatua*) evaluando tres momentos de aplicación de glifosato, antes (2 y 3 días), durante y después (1 a 9 y 11 días) de la anthesis de las espiguillas sobre el desarrollo de la semilla. Los estudios histológicos y embriológicos mostraron que en todos los casos el glifosato no detuvo el normal proceso de la doble fertilización.

Cuando se aplicó glifosato antes, durante e inmediatamente (1 a 5 días) después de la antesis de la espiguilla, el cigoto se dividió pero no fue más allá del estado de pro-embrión, desarrollándose éste y el endosperma anormalmente. El pro-embrión y los estados tempranos del embrión mostraron una anormal diferenciación de los tejidos pro-vasculares y vasculares. Los tejidos embriológicos mostraron considerable obstrucción y merma, mostrándose el núcleo de las células pequeño y encogido. Las células especialmente las de los meristemos aparecen vacuoladas. Tampoco hubo externamente un desarrollo completo de las partes del embrión (escutelo, epiblasto, ápices radiculares y caulinares).

Los embriones obtenidos de los cariopses tratados en las aplicaciones a los 9 y a los 11 días después de la antesis mostraron pocas anormalidades e histológicamente la mayor parte de éstos fueron similares en tamaño y morfología a aquellos de los controles. De hecho, algunos embriones eran fisiológicamente viables y mostraron también aumentos en la germinación. Por lo que, se concluyó que cuanto mayor es la distancia entre la aplicación del glifosato después de la antesis menor será el efecto en el desarrollo de la semilla.

El endosperma mostró algunas anormalidades histológicas y citológicas siendo éstas independientes del momento de aplicación. En general el endosperma se encontró obstruido (detenido), tanto las células como el núcleo. Se observó que las células incluidos sus núcleos estaban distorsionados y que éstos no mostraban división nuclear.

El crecimiento del ovario es pasivo en cereales y la mayor parte es inducido por el desarrollo de la semilla dentro de éste. En las panojas tratadas la amplitud del crecimiento del cariopse y del embrión fue diferente y fue dependiente del momento de aplicación del tratamiento. Con glifosato aplicado antes, durante y pocos días después de la antesis, el crecimiento del cariopse y del embrión nunca alcanzó su máximo. Sin embargo cuando fue aplicado 7 o más días después de la antesis el efecto fue menor.

Por otra parte, estudios realizados en avena negra por Shuma et al. (1995) determinaron que la dormancia normal fue parcialmente levantada en las semillas de plantas tratadas con glifosato a 0,44 y 0,88 kg a.i./ha. El momento de aplicación de glifosato fue crítico en la determinación del número, tamaño y viabilidad de las semillas de avena negra. Muchas de las semillas potenciales de la panoja no se formarían si se aplica glifosato 5 días después de la antesis de la espiguilla terminal porque la polinización y subsecuente fertilización es inhibida en las espiguillas ubicadas más abajo en la panoja. El glifosato redujo tanto en el vigor y la germinación de las semillas como

la cantidad de semillas producidas, siendo el efecto más marcado en el vigor y la germinación.

En un trabajo realizado por Agostinetto et al. (1999) concluyeron que la acción de los herbicidas desecantes (glifosato, paraquat, glufosinato) en la formación de panojas normales y en la esterilidad de las panojas de arroz rojo es afectada por el producto usado, su dosis y la época de aplicación. Los herbicidas no selectivos glifosato, glufosinato y paraquat, aplicados en la fase reproductiva del arroz rojo, aumentan la esterilidad de las espiguillas y reducen la germinación del arroz rojo y en general, estos productos presentan un potencial de acción equivalente a la HM en reducir el banco de semillas de arroz rojo en el suelo. Resultados similares a los obtenidos con los herbicidas desecantes anteriores fueron verificados Martín & Bruner (1995).

En experimentos realizados por Deambrosi & Saldain (1997) demuestran que la aplicación de 0,325 y 1,080 kg i.a./ha de glifosato reducen la formación de semillas llenas y semillenas de arroz rojo con respecto al testigo sin aplicación.

En estudios realizados sobre los residuos de glifosato y su primer metabolito AMPA en trigo (*Triticum aestivum*), se concluyó que existen residuos de glifosato en la semilla los cuales podrían ser tanto por traslocación como por deposición directa del glifosato. En esta especie esto ocurrió a cualquier nivel de humedad de la semilla si ésta no se encuentra completamente cubierta por las glumas (Cessna et al. 1994).

### **2.3.3 Comportamiento en el suelo**

Su persistencia en el suelo es muy breve, por lo que no tiene ningún efecto residual, y se pueden sembrar los suelos tratados inmediatamente después de aplicado (Martino, 1995). La porción fosfónica se combina fuertemente con cationes presentes en el suelo tales como  $Al^{+3}$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$  entre otros. Por lo tanto, su movimiento es restringido dado que dichos cationes están retenidos a materiales arcilloso o a la materia orgánica (Sprankle et al. 1975, citado por Martino, 1995).

Además de esto sufre una rápida degradación microbiana dependiendo del tipo de suelo y de la población de microorganismos presentes. La tasa de descomposición varía entre un 10 a un 70 % del glifosato en no más de un año de estación de crecimiento (WSSA, 2002b).

La tasa de degradación debido a la fotodescomposición y a la degradación no biológica es negligible (WSSA, 2002b).

### **2.3.4 Factores que afectan la eficiencia de glifosato**

#### **2.3.4.1 Especie y estadio de las malezas**

Las especies vegetales varían ampliamente en su grado de tolerancia a este herbicida. Por ejemplo, muchas especies de leguminosas toleran dosis relativamente altas de glifosato, esto ha sido relacionado con la alta actividad de la enzima EPSP sintetasa en estas especies (Boerboom et al. 1990, citado por Martino, 1995). Otro mecanismo posible es la catálisis de glifosato dentro de la maleza (Marshall et al. 1987, citado por Martino, 1995). También varían su susceptibilidad según la naturaleza de la superficie cuticular, este fue el factor que más afectó la retención foliar de glifosato, mientras que la orientación, forma y macrorugosidad fueron de relativamente escasa importancia.

Aquellas especies con ceras epicuticulares tendieron a retener menos herbicida que aquellas con una superficie cuticular lisa, debido al aire en los intersticios formados por los cristales. Según Hess et al. (1990) citado por Martino (1995) los herbicidas aplicados sobre las hojas se acumulan en las depresiones por encima de las paredes anticlinales. En las especies con mínimo desarrollo de ceras epicuticulares, el herbicida se esparce sobre una superficie mayor que en especies con profusos depósitos de cera. También establecieron que los tricomas presentes en ciertas especies de malezas pueden interceptar el glifosato antes de que este alcance su sitio de absorción.

Las plantas también varían en su susceptibilidad al glifosato según su estado fenológico. Como regla general, cuanto más vieja es la planta, mayor es la dosis de glifosato necesaria para matarla. En especies perennes la absorción de glifosato no prosiguió más allá del tercer día, en cambio, las especies anuales mostraron absorción y movimiento entre el tercer y décimo cuarto día luego de la aplicación (Sandberg et al., 1980, citado por Martino, 1995). En caso de las malezas perennes la época de aplicación puede ser más importante que el tamaño de la planta en la determinación del éxito o el fracaso de la aplicación. Durante el estadio reproductivo, el flujo general de fotosintetizados ocurre predominantemente de los tallos hacia las raíces y es cuando el glifosato maximiza su efecto (Parochetti et al 1975, citado por Martino, 1995).

En general las malezas anuales, sean gramíneas o de hoja ancha, son más susceptibles en los estados tempranos, mientras que las perennes lo son entre el estado

de floración temprana y maduración. En todos los casos las malezas deben estar en activo crecimiento (Gamarra, 1996).

#### **2.3.4.2 Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales tales como temperatura, radiación solar, humedad del aire y humedad del suelo afectan el desempeño del herbicida. En general, el control es máximo cuando las aplicaciones son realizadas sobre plántulas creciendo activamente con humedad de suelo adecuada y temperatura favorable.

Se ha comprobado que el estrés hídrico del suelo es responsable por la falta de acción del glifosato, es un hecho que está ligado a una menor absorción y traslocación de este herbicida en las plantas.

Condiciones de alta intensidad lumínica y baja humedad son responsables por el desarrollo de cera epicuticular, lo que puede explicar la reducción de absorción de glifosato en ciertas especies dañinas. A modo de ejemplo, en un estudio se concluyó que el estado de humedad del suelo en el momento de aplicación del herbicida ejerce un efecto en su actividad en la planta de arroz rojo (Fleck, 1997).

Cuando la humedad relativa es alta, las cutículas de las hojas se hidratan, lo cual facilita la absorción de moléculas hidrófilas como glifosato (Santier et al. 1992, citado por Martino, 1995).

A altas temperaturas la fluidez de la membrana aumenta, lo que también facilita el pasaje de glifosato. El efecto de la humedad relativa es mucho mas importante que el de la temperatura (Røyneberg et al. 1992, citado por Martino, 1995).

La presencia de rocío podría causar dilución de la solución con glifosato y escurrimiento desde las hojas. Se necesita de 6 horas libre de lluvias luego de aplicado para evitar un lavado del producto. No se recomiendan tratamientos con temperaturas por encima de 32°C ya que los estomas se cierran y tampoco cuando la temperatura es baja, por que disminuye el metabolismo de la planta y ésta no absorbe el producto. No se recomienda aplicar con menos de 14°C (Gamarra, 1996).

### 2.3.4.3 Presencia de cationes y pH en el caldo de aplicación

Los cationes di y trivalentes forman complejos estables (quelatos) con glifosato, ligándose a sus múltiples cargas negativas; principalmente  $\text{Fe}^{+3}$  y  $\text{Zn}^{+2}$ . Estos quelatos no serían absorbidos por las hojas, presumiblemente por su gran tamaño, aún no demostrado (Wills et al. 1985, citado por Martino, 1995). Los cationes monovalentes pueden tener un rol en la neutralización de las cargas negativas de glifosato sin la formación de complejos de gran tamaño, facilitando por consiguiente la penetración a través de las cutículas foliares.

El efecto del calcio es aparentemente contradictorio, si bien los autores mencionados no encontraron un efecto antagónico, otros autores (Stahlman et al., 1979, citado por Martino, 1995) habían reportado que  $\text{Ca}^{+2}$ , en concentraciones 10 a 20 veces menores que en el estudio previo, bloquea la actividad del glifosato en plantas de sorgo en forma similar al  $\text{Zn}^{+2}$  y en mayor medida que el  $\text{Mg}^{+2}$ . El efecto antagónico del calcio parece estar relacionado con el uso de elevados volúmenes de solución y bajas dosis de glifosato (O'Sullivan et al., 1981, Sandberg et al., 1978, Shilling et al., 1989, Stahlman et al., 1979, citado por Martino, 1995). Para que la proporción de calcio en quelatos aumente, debe haber un neto predominio de cationes  $\text{Ca}^{+2}$  sobre moléculas de glifosato en la solución. Lo cual ocurre en aguas muy duras a dosis muy bajas de glifosato y altos volúmenes de aplicación.

Existen ciertos aditivos para superar este antagonismo como por ejemplo EDTA y el sulfato de amonio (Shea et al., 1984; citado por Martino, 1995). Otra forma de manejar la interacción de cationes con glifosato es a través de la modificación de la acidez de la solución. Stahlman et al. (1979) citado por Martino (1995) encontraron que la actividad del herbicida disminuyó cuando el pH se elevó por encima de la neutralidad. Shea et al. (1984) citado por Martino (1995) detectaron una mayor toxicidad de glifosato a pH ácido comparado con condiciones neutrales y alcalinas. Finalmente, Shilling et al. (1989) citado por Martino (1995) no encontraron efecto alguno del pH sobre la actividad de glifosato en ausencia de calcio. Sin embargo, en presencia del catión el máximo de toxicidad ocurrió a pH 6, decreciendo por encima y por debajo de este valor. Nalewaja et al. (1991) citado por Martino (1995) concluyeron que los aniones y no el pH son de primaria importancia para superar el antagonismo causado por cationes.

El grado de respuesta al glifosato va a depender de la especie ya que ciertas especies como *Abutilon theophrasti* poseen tricomas especiales que exudan calcio y magnesio los cuales interactúan con el glifosato formando sales insolubles (Hall, et al, 2000).

#### **2.3.4.4 Volumen de aplicación y tamaño de gota**

Los factores relacionados con el volumen de aplicación que afectan la eficacia de los tratamientos son: concentración del herbicida y surfactante en la solución que alcanza la maleza, grado de penetración a través del follaje, cantidad de solución que escurre de las hojas de las malezas y las interacciones electroquímicas entre el herbicida, las impurezas del agua, los componentes de la cutícula y las paredes celulares.

La reducción en el volumen de aplicación usualmente resulta en mayor toxicidad como consecuencia de: a) menor tamaño de gota, y por lo tanto mejor cobertura foliar, mayor adherencia, menor grado de rebote de las gotas y reducción del efecto de "aislamiento fisiológico"; b) un aumento en el gradiente de concentración de glifosato a través de la cutícula foliar; y c) incremento en la concentración de surfactante.

Por su parte, el tamaño de la gota regula la acción del herbicida a través de: grado de deriva por el viento; grado de evaporación del agua antes de que el herbicida sea absorbido por la planta; y grado de cobertura de las hojas. A medida que el tamaño de la gota disminuye, el grado de cobertura de la hoja es mayor, para un determinado volumen de aplicación.

#### **2.3.4.5 Surfactantes**

Aparte de reducir la tensión superficial, el surfactante pueden también poseer cierta actividad biológica, la penetración de glifosato a través de la membrana plasmática puede ser facilitada por la absorción de las moléculas del surfactante (Wyrill et al. 1977, citado por Martino, 1995). Para glifosato se ha comprobado que los mejores surfactantes son los catiónicos y los no iónicos. Dentro de éstos, los mejores son los catiónicos debido al tamaño de molécula, grado de etoxilación y el balance hidrofílico.

#### **2.3.4.6 Sulfato de amonio y otros aditivos**

El agregado de pequeñas cantidades de sulfato de amonio usualmente mejora la fitotoxicidad del glifosato ya que el amonio puede competir con cationes polivalentes por cargas negativas en la molécula de glifosato, reduciendo así el potencial de quelatación (Donald, 1988; Ivany, 1988, citado por Martino, 1995).

### 2.3.4.7 Mezcla en tanque con otros herbicidas

El glifosato presenta antagonismo con algunos herbicidas como por ejemplo, bromoxinilo, MCPA, 2,4-D y dicamba (O'Sullivan et al.1980, citado por Martino, 1995).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS DE INIA TACUARÍ

La variedad INIA Tacuarí surge del cruzamiento realizado en 1984 en la EEE de las variedades Newbonnet por Newrex L79, con el nombre provisorio L570, y en 1992 se libera para su certificación. Es una variedad de ciclo precoz, con granos de glumas claras, buena calidad molinera y culinaria. Se destacó por su alto potencial de rendimiento en un amplio rango de fechas de siembra (Blanco et al., 1993).

### 2.4.1 Ciclo y características agronómicas

INIA Tacuarí es de ciclo corto que requiere en promedio 87 días para el comienzo de la floración. El tipo de planta es moderno, con hojas erectas, sin pilosidad y una altura media de 84 cm. En los ensayos realizados no se han observado problemas de vuelco o desgrane (Blanco et al., 1993).

### 2.4.2 Rendimiento

INIA Tacuarí es la variedad de mayor potencial de rendimiento entre los granos largos de calidad culinaria americana, superando a Bluebelle en un 19 % con una media de 8770 kg/ha. La variedad de tipo tropical El Paso 144 es superior a INIA Tacuarí sólo para siembras en los primeros veinte días de octubre para la zona este (Blanco et al., 1993).

*Cuadro N° 1: Rendimiento y características agronómicas de INIA Tacuarí*

Variedad	Rend kg/ha	Comienzo floración días	Altura cm	Nº. pan. /m <sup>2</sup>	Nº. gr. /panojas
INIA Tacuarí	8.225	90	83	481	127

Fuente: INIA Treinta y Tres (boletín sin fecha).

### 2.4.3 Características del grano, calidad industrial y culinaria

El grano posee glumas de color pajizo, sin pilosidad, y su peso y dimensiones son inferiores a Bluebelle, éste tiene un largo de 6,38 mm (pulido) y una relación largo/ancho de 3,04 (Blanco et al., 1993).

El rendimiento industrial es de 64,5 % de granos enteros y 4,5 % de yesado. La calidad culinaria es típica de los granos largos americanos con 25,3 % de amilosa y 5,5 de dispersión por álcali, indicando temperatura de gelatización intermedia (Blanco et al., 1993).

Cuadro N° 2: Calidad de grano en INIA Tacuarí.

Variedad	BT %	En %	Yeso %	Largo carga mm	L/A carga	Largo pulido mm(=)	L/A pulido (=)	PG mg	Ami- losa %	Disp. Alcali (1)
INIATacuari	69,6	64,4	3,4	6,75	3,13	6,17	2,94	21,6	24,7	5,4

(\*) muestra procesada con molino experimental Sakcate BT= Blanco total; En= Entero; L/A= relación largo ancho; PG= Peso del grano (1) dispersión por alcali  
Fuente: INIA Treinta y Tres (boletín s/ fecha)

### 2.4.4 Reacción a enfermedades

Presenta mayor tolerancia que Bluebelle a Brusone (*Pyricularia oryzae*) en camas de infección y ensayos. Basándose en el porcentaje de ataque su reacción a variado de moderadamente susceptible (MS) a resistente (R).

Presenta problemas de sanidad en los tallos, especialmente a la podredumbre de las vainas causada por *Rhizoctonia oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae*, siendo clasificada como MS a susceptible (S) para esta enfermedad.

Esta variedad mostró mayor tolerancia que Bluebelle a las demás enfermedades de los tallos, podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*) y cercosporiosis (*Cercospora oryzae*), siendo clasificada como MS-MR y MS, respectivamente.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL EXPERIMENTO**

Los estudios se realizaron en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (U.E.P.L.) de la Estación Experimental del Este, INIA Treinta y Tres, en la 11° sección policial del departamento de Treinta y Tres durante el año agrícola 1999-2000.

#### **3.2 ÁREA EXPERIMENTAL**

Los experimentos se condujeron en un área que se encontraba alambrada con 9 hilos para impedir la entrada de ñandues, vacunos y ovinos, que pudieran dispersar la maleza luego de sembrada. Se tomaron medidas preventivas para no dispersar la maleza a través de la limpieza del calzado y maquinaria que ingresara al área experimental.

#### **3.3 SUELO**

Los ensayos se realizaron sobre un Solod Melánico de la unidad de mapeo “La Charqueada”, según la clasificación de la Dirección Nacional de Suelos, Agua y Fertilizantes (MGAP).

#### **3.4 CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA**

Las precipitaciones, temperaturas y radiación solar durante el período experimental (octubre-abril) se presentan en el anexo N° 9.1. Las evoluciones de las temperaturas mínima y medias diarias, la humedad relativa diaria, medida a las 9 h y a las 15 h, heliofanía y precipitaciones diarias en el período comprendido entre la realización de las aplicaciones (18-febrero al 20-marzo) se muestran en las figuras N° 1, N°2 y N°3. Los datos son obtenidos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.

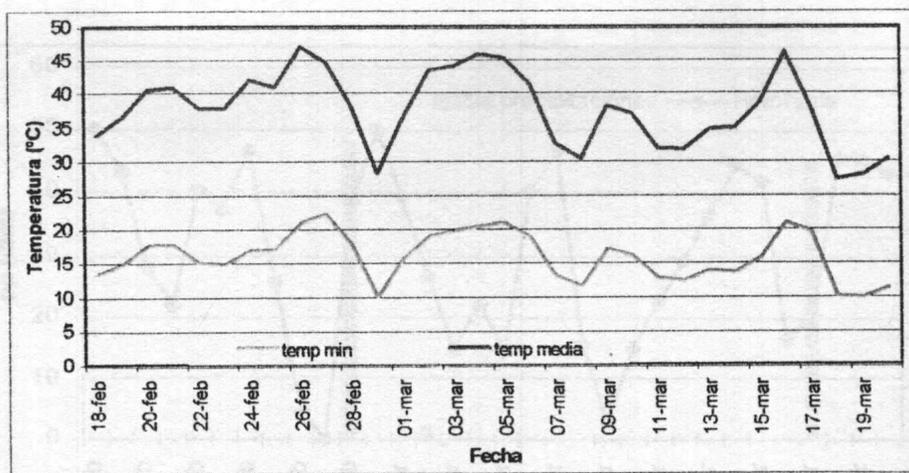


Figura N°1: Temperatura mínima y crítica durante el período de las aplicaciones

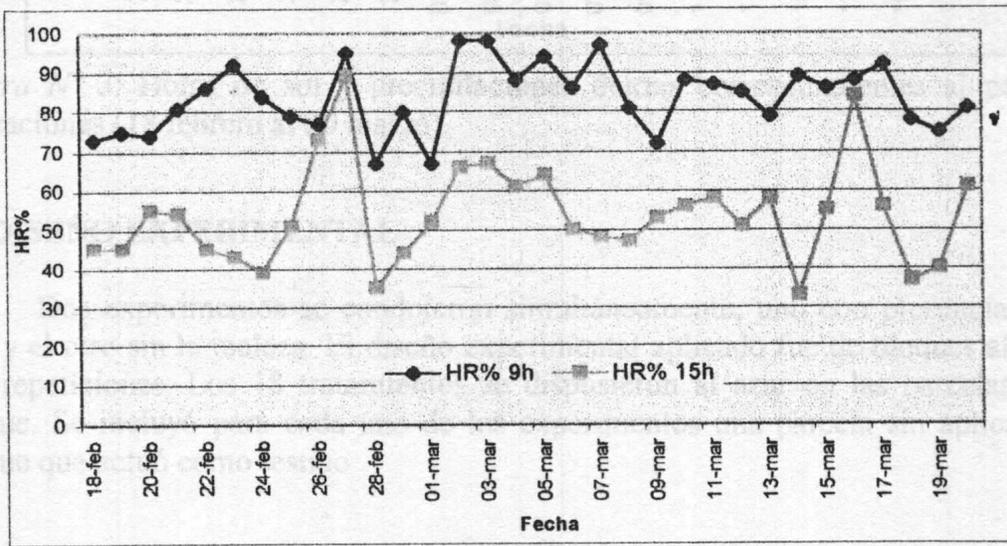


Figura N° 2: Humedad relativa diaria medida a las 9 horas y a las 15 horas durante el período de las aplicaciones.

En ambos experimentos los productos y dosis utilizadas fueron para EIM de 1,96, 2,45 y 2,94 kg ca/ha y para glifosato 0,48, 1,44 y 2,4 kg ca/ha. Las aplicaciones de los productos se realizaron en tres diferentes momentos definidos en el ensayo con arroz rojo por el estado de desarrollo de la maleza y en el ensayo sin arroz rojo por el porcentaje de verde de NIA Tabuati. Esto hace que al combinar los diferentes herbicidas mencionados se tengan 18 tratamientos diferentes más un testigo sin aplicación de los productos por ensayo.

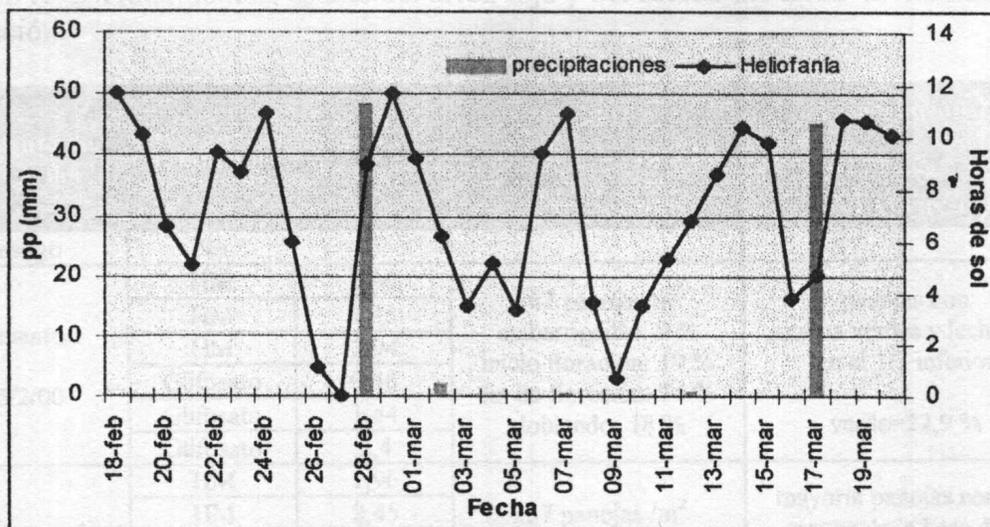


Figura N° 3: Horas de sol y precipitaciones diarias correspondientes al período de aplicaciones (18 febrero al 20 marzo).

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Dos experimentos se condujeron simultáneamente, uno con presencia de arroz rojo y el otro sin la maleza. El diseño experimental aplicado fue de bloques al azar con tres repeticiones. Los 18 tratamientos se dispusieron al azar en las parcelas de cada bloque. Se incluyó para cada uno de los experimentos una parcela sin aplicación por bloque que actuó como testigo.

### 3.6 TRATAMIENTOS

En ambos experimentos los productos y dosis utilizadas fueron para HM de 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha y para glifosato 0,48; 1,44 y 2,4 kg i.a./ha.. Las aplicaciones de los productos se realizaron en tres diferentes momentos definidos en el ensayo con arroz rojo por el estado de desarrollo de la maleza y en el ensayo sin arroz rojo por el porcentaje de verde de INIA Tacuarí. Esto hace que al combinar los diferentes factores mencionados se tengan 18 tratamientos diferentes más un testigo sin aplicación de los productos por ensayo.

**Cuadro N° 3** Tratamientos, estado del arroz rojo y del estado del arroz al momento de la aplicación.

Momento de Aplicación	Productos	Dosis kg i.a. ha	Experimento 1	Experimento 2
			Estados de desarrollo	
			Arroz rojo	INIA Tacuari
Testigo	No	0		
Momento 1 26/2/00	HM	1,96	267 panojas/m <sup>2</sup> embarrigadas: 9 % inicio floración: 19 % fin de floración: 54 % doblado: 18 %	panojas con granos verdes y lechosos en el 1/3 inferior  verde=22,9 %
	HM	2,45		
	HM	2,94		
	Glifosato	0,48		
	Glifosato	1,44		
	Glifosato	2,4		
Momento 2 4/3/00	HM	1,96	237 panojas /m <sup>2</sup>  fin de floración: 57 % doblado: 43 %	mayoría panojas con los granos de la base de la panoja verdes y blandos  verde=18,1 %
	HM	2,45		
	HM	2,94		
	Glifosato	0,48		
	Glifosato	1,44		
	Glifosato	2,4		
Momento 3 14/3/00	HM	1,96	267 panojas /m <sup>2</sup>  fin de floración: 5 % doblado: 95 %	Panojas con granos en masa dura  verde=9,2 %
	HM	2,45		
	HM	2,94		
	Glifosato	0,48		
	Glifosato	1,44		
	Glifosato	2,4		

### 3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.7.1 Cronograma del manejo del cultivo en los dos experimentos a nivel de campo.

##### 3.7.1.1 Preparación del suelo y tipo de siembra

La preparación del suelo consistió en un laboreo de verano, manteniéndose imperturbado hasta la primavera cuando se realizaron las labores de afinado, y se procedió a la siembra del arroz rojo y del cultivo.

La siembra se realizó con una sembradora convencional (JD 8350) a 17 cm entre líneas sobre un laboreo convencional, pasándose después de la siembra un rodillo compactador.

### 3.7.1.2 Variedad utilizada y densidad de siembra

Se eligió la variedad INIA Tacuarí por ser de ciclo precoz y de importancia en la producción nacional.

En el primer experimento se sembró en una densidad de 650 semillas viables/m<sup>2</sup> de la variedad INIA Tacuarí conjuntamente con 50 % de arroz rojo cáscara negra (ARN) y 50 % de arroz cáscara pajiza (ARP) a una densidad de 100 semillas viables/m<sup>2</sup>. En el segundo experimento, se sembró solamente la variedad INIA Tacuarí a la misma densidad.

Cuadro N° 4: Cronograma de las actividades realizadas sobre el cultivo

FECHA	MANEJO	MÉTODO	OBSERVACIONES	
			Experimento 1	Experimento 2
19/10/99	Siembra arroz rojo	al voleo	Si	No
20/10/99	Siembra Tacuarí	líneas a 17 cm	Si	Si
	Fertilización siembra	en la línea	140 kg de 18-46	140 kg de 18-46
30/10/99	Herbicida		1,2 de Clincher +1,5 de Facet /ha	1,2 de Clincher +1,5 de Facet /ha
8/11/99	Baño		Si	Si
18/11/99	Herbicida		0,65 l de Aura + 1,2 de Facet /ha	0,65 l de Aura + 1,2 de Facet /ha
22/11	Baño		Si	Si
25/11/99	conteo plantas	0,3 m de surco	N° de hojas y macollos	N° de hojas y macollos
3/12/99	herbicida		670cc Nabu Post	670cc Nabu Post
6/12/99	fertilización macollaje	al voleo	69 kg/ha 46-0-0	69 kg/ha 46-0-0
7/12/99	inundación		Si	Si
14/12/99	herbicida		18 kg/ha Ordram 20 G	18 kg/ha Ordram 20 G
22/12/99	herbicida		1 l de Aura + 0,5% de Dash/ ha	1 l de Aura + 0,5% de Dash/ ha
27/12/99	conteo macollos	0,3 m de surco	N° de macollos	n° de macollos
10/1/00	fertilización	al voleo	72 kg/ha 46-0-0	72 kg/ha 46-0-0
	control de capín	manual	No	Si

Todas las muestras colectadas en las parcelas en el campo se tomaron al azar en el área útil de las mismas

### **3.8 DETERMINACIONES EN EL EXPERIMENTO 1 (CON ARROZ ROJO)**

Para estimar la población inicial de plantas se tomaron tres muestras por parcela con una varilla de 0,3 m lineales y más adelante se contaron tres muestras por parcela con la misma varilla para estimar el número de macollos.

Se realizó un muestreo del estado de desarrollo de las panojas de arroz rojo en las parcelas que iban a ser tratadas con los productos. Se registraron datos en tres muestreos con un cuadrado de 0,3 m x 0,3 m por parcela que pertenecían a cada momento de aplicación. Según el resultado del muestreo, se determinaba la composición de panojas por estado de desarrollo que se marcaban antes de la aplicación, posteriormente esas panojas se utilizaron en los estudios de control de la semillazón.

Los estados de desarrollo del arroz rojo se definieron de la siguiente manera: embarrigado (E) cuando la panoja permanecía dentro de la vaina y la hoja bandera se encontraba completamente desplegada, inicio de floración (IF) cuando se observaban los estambres de las espiguillas superiores de las panojas, fin de floración (FF) cuando se observaban los estambres de las espiguillas basales de las panojas y finalmente el estado correspondiente al inicio del llenado de los granos denominado doblando (D).

Se observó que el ARN estaba más adelantado en desarrollo que el ARP, y esto llevó a que en el ARN no se marcaran panojas en los estados de embuche ni en el inicio de floración. A su vez en el ARP se marcaron algo más de panojas en estos estados que el promedio de las parcelas. Al momento 3 de aplicación, el ARN se había desgranado por lo que no se pudieron coleccionar panojas.

En las parcelas correspondientes al testigo se marcaron solamente las panojas de arroz rojo cuando se realizó la aplicación en el momento 1. Cada estado se identificó con un precinto de color diferente.

En el cuadro N° 5 se presenta como se compuso la muestra colectada de panojas por parcela según el momento de aplicación y el biotipo de arroz rojo.

Cuadro N° 5: Composición de las panojas marcadas por parcela.

Momento	VRN		VRP				Total
	F.F	D.	F	I.F.	F.F	D.	
M 1	8	7	1	3	10	1	30
M 2	6	9	0	0	9	6	30
M 3	0	0	0	0	1	14	15

E: embarrigado, IF: inicio de floración, FF: fin de floración y D: doblando

Se sacaron dos muestras de 15 panojas de INIA Tacuarí el día previo a la aplicación en las parcelas a ser tratadas para obtener en el laboratorio el porcentaje de verde.

El equipo utilizado en las aplicaciones consistió de una mochila que trabaja con presión de anhídrido carbónico y posee una barra asperjadora con 4 picos con pastillas de abanico plano Teejet 8002.

Las aplicaciones de los diferentes tratamientos fueron realizadas al día siguiente de marcar las panojas, siendo que el gasto real de producto para cada tratamiento estuvo dentro de  $\pm 5\%$  de la dosis objetivo, por lo que ésta se considera la dosis real.

Posteriormente, a los 3 a 5 días de la aplicación se ensobraron las panojas identificadas para prevenir el desgrane y caída precoz de las semillas.

A los 10 días después de ensobradas las panojas se consideró que los productos habían actuado y se procedió a cosechar los sobres para su posterior análisis en el laboratorio.

A pesar que se ensobraron las panojas para no perder las semillas de las muestras, ocurrió igualmente pérdidas de algunas semillas.

En el laboratorio, se separaron y contaron manualmente las fracciones de semillas llenas y semillas chusas. Se procedió a ensobrarlas manteniendo la identificación por estado de madurez y del biotipo de arroz rojo del cual provenían. Ambas categorías fueron pasadas por una máquina clasificadora de semillas por flujo de

aire (Grain Sorter, "Kiya Seisakushi, Ltd"), para obtener así la fracción de semillas semillenas.

Las semillas llenas identificadas por tratamiento, estado y biotipo se colocaron entre dos hojas de papel toalla mojadas y fueron puestas en el germinador (Hoffman manufacturing Co.) a 25 °C continuos y 8 horas de luz durante 14 días.

A las dosis más altas de ambos productos en los tres momentos de aplicación y a los testigos se les realizó un primer conteo de germinación a los 5 días y el segundo conteo a los 14 días, al igual que al resto de los tratamientos. De este procedimiento, se determinó las semillas que habían germinado normales (según las normas internacionales ISTA) y las anormales.

A las semillas que no germinaron se les realizó el test de tetrazolio al 0.5 % de 2,3,4 trifenil cloruro de tetrazolio. El principio de esta prueba es la estimación bioquímica de la actividad metabólica de una semilla en estado de latencia. Las sales de tetrazolio indican la actividad de las enzimas del grupo de las deshidrogenasas. El compuesto incoloro es absorbido por la semilla y reducido por las deshidrogenasas a un compuesto rojo, estable y no difusible, caracterizado por formazan (rojo). En ausencia de enzimas activas, los tejidos embrionarios no se tiñen (Cátedra de Fisiología Vegetal, 1992)

Para eso se colocaron las semillas en agua durante 12 horas y luego se les realizó un corte longitudinal a nivel de embrión. Posteriormente, éstas se ponen en la solución de tetrazolio y se las coloca a 25 °C durante 3 horas sin luz. Pasado este período se enjuagan con agua destilada y se observan los embriones en la lupa estereoscópica donde se clasifican en teñidos y no teñidos (los no teñidos eran no viables). Dentro de los teñidos se los clasifica como viables si el embrión se encuentra completo con tejido normal, y no viable al embrión que presenta anomalías. Así se llega al porcentaje de viabilidad de las semillas llenas de cada tratamiento.

A las semillas semillenas se les realizó únicamente el test de tetrazolio para la determinación de la viabilidad.

### **3.9 DETERMINACIONES EN EL EXPERIMENTO 2 (SIN ARROZ ROJO)**

En este experimento para evaluar rendimiento y calidad en la variedad INIA Tacuarí no se sembró arroz rojo para eliminar el efecto de la competencia de esta maleza y asegurarse que las diferencias en los parámetros estudiados fueran sólo por efecto de los productos.

#### **3.9.1 Rendimiento**

Para estimar la población de plantas y número de macollos de arroz rojo se tomaron tres muestras por parcela con una varilla de 0,3 m lineales.

Antes de cada aplicación se extrajeron dos muestras de 15 panojas de arroz para determinar en el laboratorio el porcentaje de verde que existía antes de cada aplicación. Para determinar el porcentaje de verde se pasan las muestras por un descascarador de rodillos (marca "Satake") y luego se pesa obteniéndose así el peso del arroz cargo. Seguidamente, se separan manualmente los granos verdes y se los pesa para luego obtener el porcentaje de verde, expresándose el mismo en base de arroz cargo. Se considera grano verde todo aquel cuyo pericarpio tuviera una tonalidad verdosa.

Antes de cosechar se sacaron tres muestras con una varilla de 0,3 m lineales para determinar los componentes del rendimiento. En el laboratorio se contó la cantidad de panojas obtenidas en las muestras, y se calculó el número de panojas por metro cuadrado. De cada muestra se tomaron 15 al azar, las cuales fueron trilladas manualmente. Los granos fueron separados por densidad con una máquina de flujo de aire (Grain Sorter, "Kiya Seisakushi, Ltd"), con lo que se obtuvo la cantidad de granos llenos, semillenos y chusos. Posteriormente se pasaron a los granos llenos por un contador de la misma marca; los semillenos y chusos fueron contados manualmente y así se obtuvo en promedio el número de granos por panoja.

Cada parcela fue cosechada manualmente y trillada mecánicamente en el campo con una trilladora estacionaria el día 22 de marzo del 2000, donde luego se determinó el peso de lo cosechado y en el laboratorio se midió la humedad del grano (medidor Dole 400). Las muestras fueron llevadas a un secador de volúmenes pequeños (marca "Satake") hasta alcanzar el contenido de humedad de 13 %.

Al área total de la parcela (8m\*2.4 m) se le desbordó 1 metro de cada cabecera y medio metro de cada lado para eliminar el efecto de los bordes. Para saber el área real cosechada se midió el área afectada por daño de rata donde no se cosechó y se descontó el área desde donde se extrajeron las muestras.

Para determinar el componente de rendimiento, peso de 1000 granos, se obtuvo de lo cosechado en cada parcela dos submuestras de 2000 granos (llenos y semillenos) con 13 % de humedad. Éstos fueron pesados y se calculó el peso de los 1000 granos.

### **3.9.2 Calidad industrial**

De cada muestra cosechada se pesó una submuestra de 100 gr de arroz cáscara y se pasaron por un descascarador (“Satake”) para eliminar lema, pálea, raquilla y lemas estériles. Luego se pasaron las submuestras por un molino experimental con piedra esmeril (“Satake”) durante 1’30”, seguidamente se pesaron. Posteriormente, utilizando el cilindro alveolar 3,5 (“Satake”) durante 1’ se separaron las fracciones quebrados y enteros. Al peso del arroz pulido se lo denomina arroz blanco total. Luego se obtiene el peso de los granos enteros y se calcula el porcentaje de quebrado expresado sobre la base de 100 gr de arroz cáscara.

Se determinó para cada fracción (quebrado y entero) el porcentaje de grano yesado, extrayendo de forma manual aquellos granos que presentaron porciones de blanco opaco mayores a la mitad del grano, luego se pesó la cantidad de yeso de cada fracción y se calculó el porcentaje de yeso expresado sobre blanco total.

## **3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para cada experimento se planteó como un arreglo factorial de los tratamientos, donde se evalúan tres factores simultáneamente, momento de aplicación, producto y dosis.

### **3.10.1 Experimento 1**

Diseño: DBCA, 3 repeticiones, 18 tratamientos

Factores: Momento de aplicación, Producto, Dosis

Momentos: 1, 2, 3 (18, 43; y 95 % de las panojas de arroz rojo en el estado doblando, respectivamente)

Productos: 1, 2 (HM, glifosato)

Dosis: 1 (1,96 y 0,48 kg i.a./ha de HM y glifosato, respectivamente)

2 (2,45 y 1,44 kg i.a./ha de HM y glifosato, respectivamente)

3 (2,94 y 2,4 kg i.a./ha de HM y glifosato, respectivamente)

Unidad experimental: Parcela

### **3.10.2 Experimento 2**

Diseño: DBCA, 3 repeticiones, 18 tratamientos

Factores: Momento de aplicación, Producto, Dosis

Momentos: 1, 2, 3 (22,9; 18,1; y 9,2 % de granos verdes respectivamente)

Productos: 1, 2 (HM, glifosato)

Dosis: 1 (1,96 y 0,48 kg i.a./ha de HM y glifosato, respectivamente)

2 (2,45 y 1,44 kg i.a./ha de HM y glifosato, respectivamente)

3 (2,94 y 2,4 kg i.a./ha de HM y glifosato, respectivamente)

Unidad experimental: Parcela

Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento GLM (General Linear Models) del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1999-2001), versión 8 e.

Se plantearon las siguientes hipótesis para ambos experimentos:

Ho: Los efectos de los tratamientos son iguales.

Ha: Existe una (o más) diferencias entre efectos.

Las mismas se prueban por medio de la técnica de ANAVA que consiste en la descomposición de la variación total del conjunto de valores observados en partes de variación atribuibles a diferentes componentes del modelo propuesto.

Para ANAVA el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + P_j + D_h + (MP)_{ij} + (MD)_{ih} + (PD)_{jh} + (MPD)_{ijh} + B_k + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2$$

$$h = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2, 3$$

$\mu$  = media poblacional

$M_i$  = efecto del  $i$ -ésimo nivel del momento de aplicación

$P_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel de producto

$D_h$  = efecto del  $h$ -ésimo nivel de dosis

$(MP)_{ij}$  = efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel de momento de aplicación y  $j$ -ésimo nivel de producto

$(MD)_{ih}$  = efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel de momento de aplicación y  $h$ -ésimo nivel de dosis

$(PD)_{jh}$  = efecto de la interacción del  $j$ -ésimo nivel de producto y  $h$ -ésimo nivel de dosis

$(MPD)_{ijh}$  = efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel de momento de aplicación por  $j$ -ésimo nivel de producto y por  $h$ -ésimo nivel de dosis

$B_k$  = efecto del  $k$ -ésimo bloque

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental

Posteriormente al rechazo de la  $H_0$  en ANAVA, se utilizó la prueba de Tukey para realizar la separación de medias de los factores momento de aplicación, producto, dosis y sus interacciones.

Para las variables yeso/BT, yeso en entero/BT y yeso en quebrado/BT se realizó una corrección por  $x = \sqrt{x+0,5}$ , pero esto no mejoró la significación del ANAVA ni la separación de medias realizada con el test de Tukey, por lo que se decidió no presentarlos.

Cuando el ANAVA detectó contrastes ortogonales significativos para dosis en promedio o para las interacciones entre dosis con los otros factores estudiados en alguna variable, se realizó un análisis de varianza para la regresión usando el procedimiento GLM del SAS.

Para el cálculo de las correlaciones de las variables de interés se usó el procedimiento CORR del SAS.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados de cada una de las variables medidas se presentan por separado. El testigo no se incluye dentro del análisis estadístico, usándose como una referencia en todas las variables en estudio para el experimento N° 1 y solamente en la parte de calidad industrial para el experimento N° 2.

Con respecto a la significación del ANAVA, cuando existe interacción sea doble o triple entre los factores bajo estudio, se presentan los resultados de éstas y no los efectos individuales de cada factor. Para el factor dosis se presenta el tipo de respuesta (lineal o cuadrático) dada por los contrastes ortogonales que sean significativos y se detalla el modelo ajustado. Cuando los factores individuales y/o sus interacciones no muestran significación no se mencionarán éstos ni se presentarán los resultados obtenidos.

Se presentarán las correlaciones más relevantes, mostrándose aquellas con menores observaciones cuando se sospeche que la relación causa-efecto sea muy fuerte.

A los efectos de ganar en claridad en las leyendas de las figuras y cuadros de esta sección, como el estado doblando de las panojas de arroz rojo se encontró en los tres momentos de aplicación, se tomó el porcentaje de ese estado como una referencia para describir a este factor.

#### **4.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTROL DE LA SUPRESIÓN DEL ARROZ ROJO. (Experimento N° 1)**

##### **4.1.1 Control general de la semillazón**

Se expresó esta variable como la cantidad de semillas inviables cada 1000 semillas entendiéndose por semillas inviables a la suma de las semillas chusas mas las semillas que presentaron plántulas anormales en la germinación y las que resultaron inviables al test de tetrazolio.

El resultado del análisis de varianza detectó diferencias significativas entre momentos de aplicación, productos y dosis al 1 %. Se encontró una interacción entre producto-dosis al 1 %, siendo significativa la interacción entre los factores momento-producto-dosis al 10 % (P=0,063).

Como la interacción triple fue significativamente al 10 % se decidió hacer una excepción y se presentará el factor momento individualmente, ya que los otros factores quedan analizados en la interacción producto-dosis.

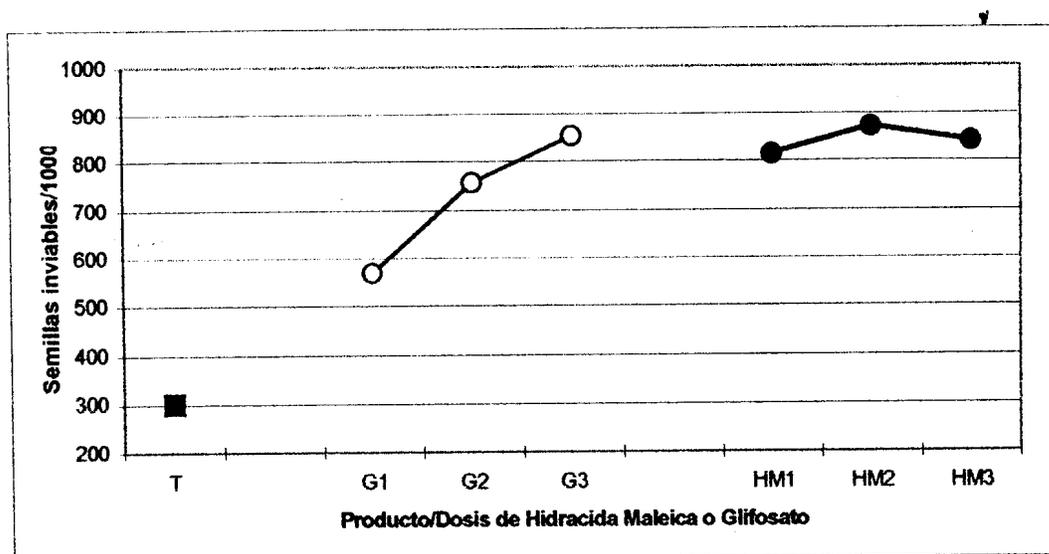
*Cuadro N° 6:* Control de la semillazón expresado como cantidad de semillas inviables/1000 semillas por momento de aplicación.

Momento	Control *
Testigo	300
M1	881 a
M2	781 b
M3	696 c

M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

En el cuadro N° 6 se observa que los tres momentos de aplicación son diferentes significativamente, siendo que el mayor control de arroz rojo ocurre en el momento de aplicación 1 y el mismo disminuye conforme avanza el estado de desarrollo de la maleza.

En la figura N° 4 se muestra el efecto de la interacción entre producto y dosis de aplicación.



*Figura N° 4:* Control de la semillazón del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los productos y las dosis aplicadas. T= testigo, G=glifosato, HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

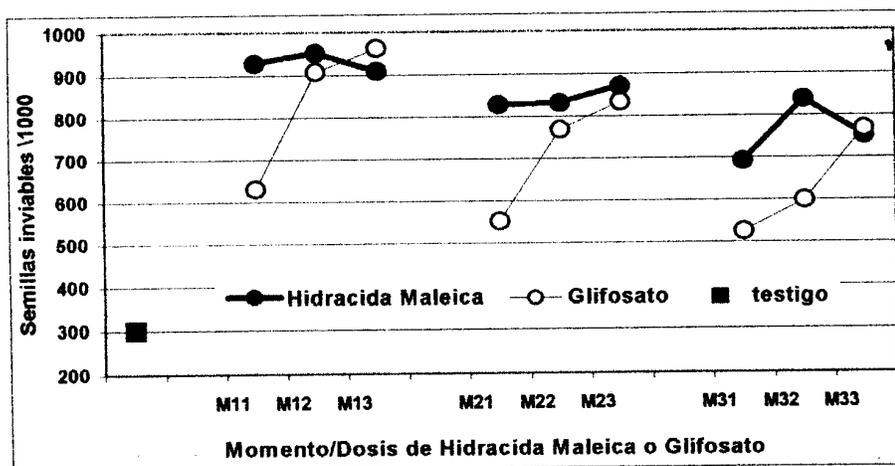
En la figura N° 4 se puede apreciar que para glifosato hay respuesta al aumento de la dosis mientras que no se observó respuesta entre las dosis de HM. Para glifosato se ajustó un modelo lineal, la estimación de los coeficientes de dicho modelo se presentan en el cuadro N° 7.

*Cuadro N° 7:* Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y control de la semillazón.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
<b>Glifosato</b>	27	0,47	<,0001	Lineal	513,1	148,7

Este modelo nos estaría indicando que por cada 1 kg i.a./ha de aumento en la dosis de glifosato aplicado, se esperaría un aumento en el control de la semillazón de 149 semillas inviables/1000.

En la figura N° 5 se presenta la interacción triple de los factores bajo estudio para el control de la semillazón.



*Figura N°5:* Control de la semillazón del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, productos y dosis aplicada. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Se aprecia que el mayor control, para un mismo producto a igual dosis, se ejerce en el momento 1 y disminuye hacia el momento 3.

Para glifosato en los momentos 1 y 2, existió una gran respuesta en pasar de 0,48 kg i.a./ha a 1,44 kg i.a./ha y el incremento es a tasas decrecientes cuando se pasa a la dosis de 2,4 kg i.a./ha. Sin embargo, en el momento 3 esto cambia y el mayor

incremento se obtiene al pasar de 1,44 kg i.a./ha a 2,4 kg i.a./ha, no ajustándose ningún modelo. La dosis de 0,48 kg i.a./ha de glifosato siempre ejerce el menor control, independientemente del momento de aplicación.

En el caso de HM, en ninguno de los períodos de aplicación temprano se observó una respuesta al aumento de la dosis, mientras que en el momento 3 se ajustó un modelo cuadrático (cuadro N° 8). A pesar del ajuste no está clara la relación causa efecto, dado el control inferior obtenido en la dosis más alta. Se piensa que estos resultados podían deberse a que existió desgrane de las panojas del arroz rojo por un temporal antes de la recolección de los sobres correspondiente a ese momento de aplicación.

*Cuadro N° 8:* Coeficientes de los modelos estimados entre dosis y control de la semillazón por momento de aplicación y por producto.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
<b>GM1</b>	9	0.83	0,0045	Cuadrático	407,92	519,79	-120,44
<b>GM2</b>	9	0.91	0,0006	Cuadrático	385,88	385,7	-82,65
<b>HMM3</b>	9	0.67	0,0352	Cuadrático	-2199	2418	-481

G=glifosato. HM=hidracida maleica. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando

En cuanto al glifosato aplicado en el momento 1 y 2, se encontraron respuestas cuadráticas y la dosis con la cual se alcanzaría el máximo número de semillas inviables/1000 sería de 2,16 kg i.a./ha y de 2,33 kg i.a./ha, respectivamente.

Con respecto a HM en el momento 3, el máximo número de semillas inviables/1000 se obtendría con la dosis de 2,51 kg i.a./ha.

#### **4.1.2 Semillas chusas**

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre momentos de aplicación, productos y dosis de los mismos al 1 %. Se encontraron también interacciones significativas correspondientes a momento-producto y a producto-dosis al 5 % y aquella entre momento-dosis al 1 %. Por último, se obtuvo una interacción triple entre los factores bajo estudio al 5 % (P=0,0229).

Se observa gráficamente la interacción triple encontrada para esta variable en la figura 6.

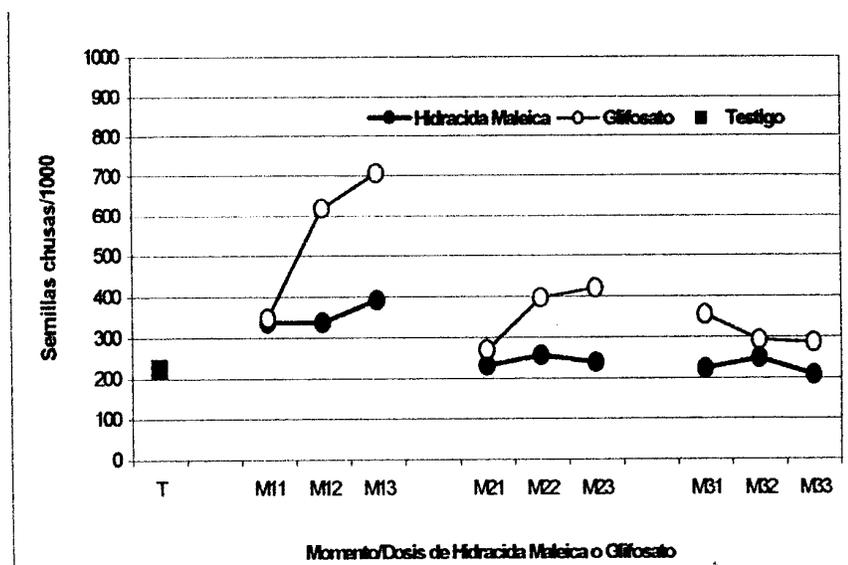


Figura N° 6: Número de semillas chusas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, productos y dosis aplicada. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

El glifosato produce mayor cantidad de chusos que HM en todos los momentos de aplicación, observándose que en los momentos 1 y 2 existió una gran respuesta al aumentar la dosis de 0,48 kg i.a./ha a 1,44 kg i.a./ha. Si bien la respuesta de aumentar la dosis desde el nivel intermedio a la más alta (2,4 kg i.a./ha) es menor, ésta es la que produce mayor número de semillas chusas/1000.

Si bien para las parcelas tratadas con HM en el momento 1 se aprecia una tendencia al aumento de las semillas chusas con el aumento de la dosis no se ajustó ningún modelo, mientras que en los momentos 2 y 3, HM no mostró respuesta al aumento de la dosis.

En el cuadro N° 9 se presentan los modelos encontrados para glifosato en los momentos 1 y 2

*Cuadro N° 9:* Coeficientes de los modelos estimados entre dosis de glifosato y el número de semillas chusas/1000 por momento de aplicación.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
<b>GM1</b>	9	0,76	0,0023	Lineal	287,86	187,67
<b>GM2</b>	9	0,64	0,0095	Lineal	248,83	78,13

G=glifosato, M1=18, M2=43 % de panojas en estado doblando.

En el modelo lineal obtenido correspondiente a la aplicación de glifosato en el momento 1, se esperaría que el número de semillas chusas/1000 aumente en 188 semillas chusas por cada 1 kg i.a./ha y en el momento 2 este aumento sería del orden de 78 semillas chusas/1000, indicando que el estado del arroz rojo determina la eficacia del glifosato en la reducción de la semillazón del mismo.

La variable semillas chusas se asocia más fuertemente con la variable control de la semillazón para glifosato ( $r = 0,79$   $p < ,0001$   $n = 27$ ) que para HM ( $r = 0,61$   $p = 0,0008$   $n = 27$ ). Cuando se analizaron las correlaciones por producto en los momentos de aplicación, no se encontró correlación entre chusos y control para HM en ninguno de los momentos evaluados y solo se encontraron éstas para glifosato en el momento 1 ( $r = 0,93$   $p = 0,0003$ ,  $n = 9$ ) y en el momento 2 ( $r = 0,79$   $p = 0,0114$   $n = 9$ ).

#### 4.1.3 Viabilidad

Para esta variable el análisis de varianza detectó diferencias significativas para los tres factores individuales al 1 %. Además, se detectaron interacciones entre momento-dosis al 10 % ( $P = 0,0919$ ) y producto-dosis al 1 %.

Se presentan las diferencias obtenidas entre los momentos de aplicación en el siguiente cuadro.

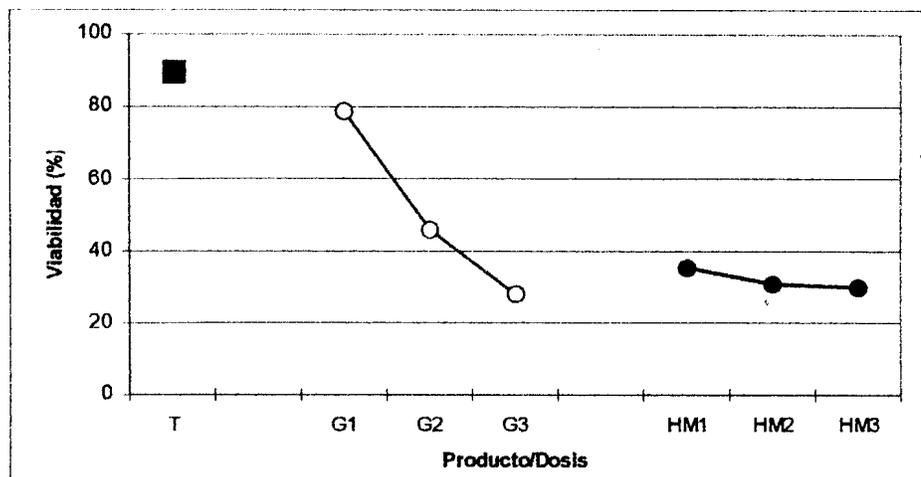
*Cuadro N° 10:* Porcentaje de viabilidad de las semillas de arroz rojo por momento de aplicación.

Momento	% viabilidad
Testigo	90
M1	27,05 c
M2	41,89 b
M3	55,78 a

M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

En el cuadro N° 10 se observa que los tres momentos de aplicación son diferentes significativamente, siendo que la menor viabilidad de arroz rojo ocurre en el momento de aplicación 1 y la misma aumenta conforme avanza el estado de desarrollo de la maleza.

A continuación se presenta la interacción producto-dosis para esta variable en la figura N° 7.



*Figura N° 7:* Porcentaje de viabilidad de las semillas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre productos y dosis aplicada. T= testigo, G=glifosato, HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Si bien se encontraron diferencias significativas entre los productos evaluados, se destaca que HM en su menor dosis obtiene el mismo porcentaje de viabilidad que glifosato con la dosis mayor. HM no mostró respuesta al aumento de la dosis, en cambio, glifosato presentó una marcada reducción en la viabilidad de las semillas con el aumento de la dosis.

Se detectó un modelo lineal para el ajuste entre las dosis de glifosato y la viabilidad de las semillas de la maleza. El modelo ajustado se detalla en el cuadro N° 11.

*Cuadro N° 11:* Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y control de la semillazón.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	Ro	R1
<b>Glifosato</b>	27	0,61	<,0001	Lineal	89,21	-26,56

Este modelo nos estaría indicando que se esperaría que el número de semillas viables/100 de arroz rojo disminuiría en 27 semillas viables/100 por cada 1 kg i.a./ha de aumento en la dosis de glifosato.

La interacción encontrada momento-dosis para la variable considerada se presentara en la figura N° 8.

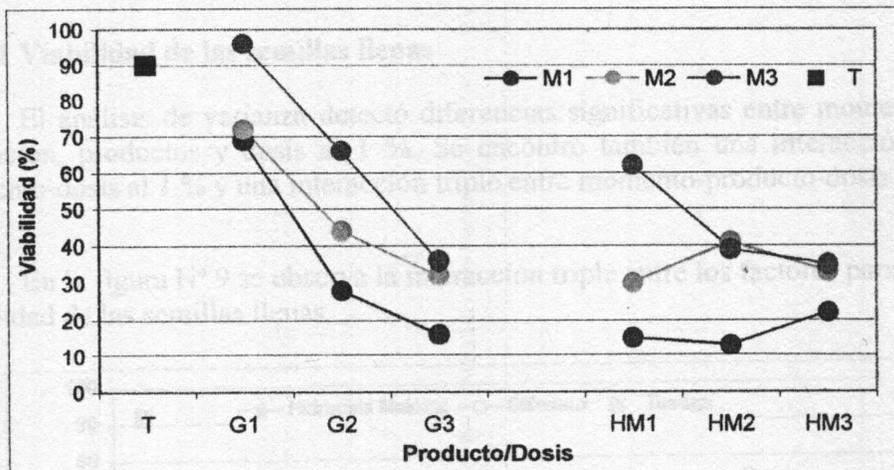


Figura N° 8: Porcentaje de viabilidad de las semillas de arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y la dosis aplicada. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando T= testigo, G=glifosato, HM=hidracida malcica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

A pesar de que la interacción momento-dosis que fue significativa al 10 % ( $P=0,0919$ ), se observa que para HM el efecto del momento es más marcado que para glifosato, ya que en los momentos 2 y 3 aún con las dosis más altas no se alcanzan los valores de viabilidad que se obtienen en el momento 1 con la menor dosis.

Al analizar las correlaciones por producto, se constata que tanto para glifosato ( $r=-0,86$   $p<,0001$   $n=27$ ) como para HM ( $r=-0,84$   $p<,0001$   $n=27$ ) la viabilidad de las semillas del arroz rojo se encuentra fuertemente correlacionada con el control de la semillazón. Esta asociación es más fuerte para ambos productos que la encontrada entre número de semillas chusas y control de la semillazón (ver página N° 55).

Cuando se analizaron las correlaciones por producto en los diferentes momentos de aplicación, se observó que para HM la misma disminuye al pasar del momento 1 al 3 (M1  $r=-0,90$   $p=0,001$   $n=9$ ; M2  $r=-0,61$   $p=0,083$   $n=9$ ; M3  $r=-0,67$   $p=0,0495$   $n=9$ ), mientras que para glifosato se mantiene en los 2 primeros momentos

de aplicación y disminuye recién en el tercer momento de aplicación (M1  $r = -0,92$   $p = 0,0004$   $n = 9$ ; M2  $r = -0,97$   $p = \leq,0001$   $n = 9$ ; M3  $r = -0,69$   $p = 0,0412$   $n = 9$ ).

En general, se destaca el hecho de que en glifosato las correlaciones correspondientes al momento 1 y 2 son más elevadas que el promedio, en cambio, para HM solo la del momento 1 es más alta que el promedio.

#### 4.1.3.1 Viabilidad de las semillas llenas

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre momentos de aplicación, productos y dosis al 1 %. Se encontró también una interacción entre momento-dosis al 1 % y una interacción triple entre momento-producto-dosis al 5 %.

En la figura N° 9 se observa la interacción triple entre los factores para la viabilidad de las semillas llenas.

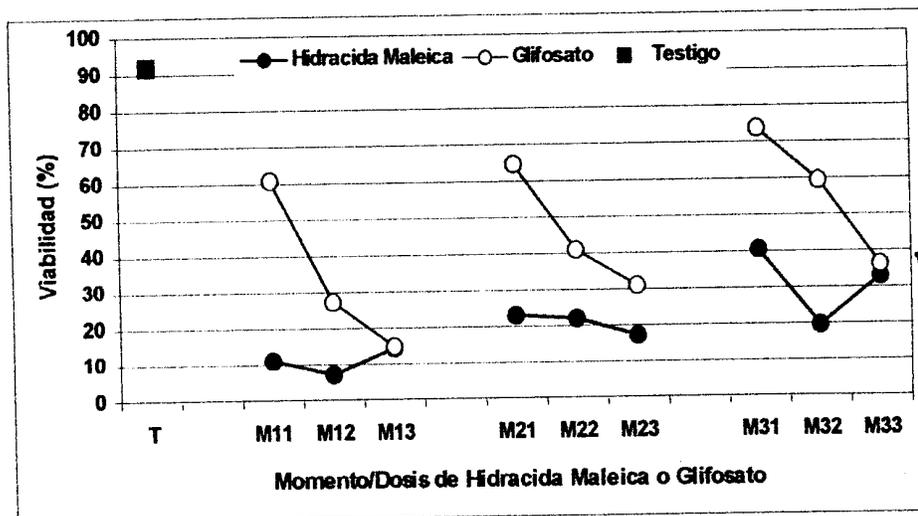


Figura N° 9: Porcentaje de viabilidad de las semillas llenas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, productos y dosis aplicada. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Como se puede ver en la figura N° 9 la viabilidad de las semillas llenas presenta las mismas tendencias que las encontradas para variable viabilidad general, existiendo entre ambas variables una correlación de  $r = 0,92$  ( $P = <,0001$ ;  $n = 54$ ).

*Cuadro N° 12:* Coeficientes de los modelos estimados entre dosis y semillas llenas viables/100 por momento de aplicación y producto.

	N	P	R <sub>2</sub>	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
GM1	9	0,0028	0,74	lineal	62,22	-23,6	
GM2	9	0,0015	0,78	lineal	71,53	-17,88	
GM3	9	0,0031	0,74	lineal	85,5	-19,79	
HMM3	9	0,048	0,64	cuadrático	472,66	-361,9	72,19

G=glifosato. HM=hidracida maleica. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando.

Para glifosato en el rango de dosis de 0,48 a 2,4 kg i.a./ha se encontró un modelo lineal por momento de aplicación. La disminución en el número de semillas viables/100 sería de 24, 18, y 20 por cada aumento en la dosis de 1 kg i.a./ha para los momentos 1, 2 y 3, respectivamente.

Para HM en el momento 3 se ajustó un modelo cuadrático según el cual la dosis a la cual se alcanzaría el mínimo número de semillas viables/100 sería de 2,5 kg i.a./ha. Si bien se detectó éste modelo, no es clara la existencia de una relación causa efecto.

En el siguiente cuadro, se presentan las correlaciones obtenidas entre la viabilidad de las semillas llenas y el control general de la semillazón y la viabilidad general (semillas llenas + semillenas).

*Cuadro N° 13:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de semillas llenas y algunas variables por producto.

Variable	HM		Glifosato	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,98	<,0001	-0,95	<,0001
Viabilidad	0,84	<,0001	0,96	<,0001

\*número de observaciones =27

En el cuadro anterior se observa la fuerte asociación que existe entre la viabilidad de las semillas llenas con el control de la semillazón y con la viabilidad total para ambos productos.

A continuación en los cuadros N° 14 y N° 15 se muestran las mismas correlaciones anteriores abiertas por momento de aplicación y producto.

*Cuadro N° 14:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semillas llenas y algunas variables por momento de aplicación para HM.

Variable	HM *					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,99	<,0001	-0,98	<,0001	-0,97	<,0001
Viabilidad	0,91	0,0004	0,63	0,0688	0,67	0,0498

\*número de observaciones =9

En el cuadro N° 14, se observa la fuerte asociación entre viabilidad de las semillas llenas con el control de la semillazón del arroz rojo en cada momento de aplicación. Se constata que la correlación para control de la semillazón se mantiene, mientras que para viabilidad es alta en el momento 1 disminuyendo y permaneciendo en valores similares en los momentos 2 y 3.

*Cuadro N° 15:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semillas llenas y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.

Variable	Glifosato *					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,96	<,0001	-0,98	<,0001	-0,88	0,0017
Viabilidad	0,99	<,0001	0,99	<,0001	0,92	0,0005

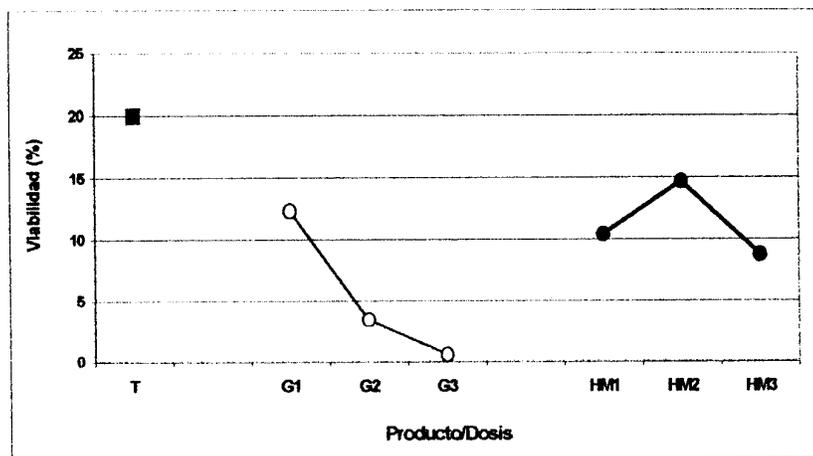
\*número de observaciones =9

Para glifosato se observa en el cuadro N° 15 que la fuerte correlación entre la viabilidad de las semillas llenas con control de la semillazón se mantiene alta en los momentos 1 y 2 disminuyendo un poco en el momento 3, sin embargo, para este producto la correlación con la viabilidad general se mantiene en los diferentes momentos, a diferencia de lo que sucede con HM.

#### 4.1.3.1 Viabilidad de las semillas semillenas

El ANAVA detectó diferencias significativas entre momentos de aplicación y dosis al 5 % y entre productos al 1 %. Además se detectaron interacciones entre momento-dosis al 1% y entre producto-dosis al 5 %.

En la figura N° 10 se observa el porcentaje de viabilidad de semillas semillenas correspondiente a la combinación producto-dosis.



*Figura N° 10:* Porcentaje de viabilidad de las semillas semillenas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre productos y dosis aplicada. T=testigo, G=glifosato, HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96 ; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Para HM se observó una tendencia a una respuesta cuadrática con el aumento de la dosis, no ajustándose ningún modelo, mientras que para grifotas, al igual que para las variables anteriores, para glifosato se verificó que existe respuesta al aumento de la dosis.

Se logró ajustar una ecuación lineal para glifosato la misma se presenta en el cuadro N° 16.

*Cuadro N° 16:* Coeficientes del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas semillenas viables/100.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	Bo	B1
Glifosato	27	0,29	0,0039	lineal	14,27	-6,13

En el rango de dosis de 0,48 a 2,4 kg i.a./ha de glifosato, se esperaría que el número de semillas semillenas viables/100 disminuyera en 6 semillas por cada 1 kg i.a./ha de aumento de la dosis.

En la siguiente figura (N° 11) se presenta para la variable considerada la interacción momento-dosis para ambos productos.

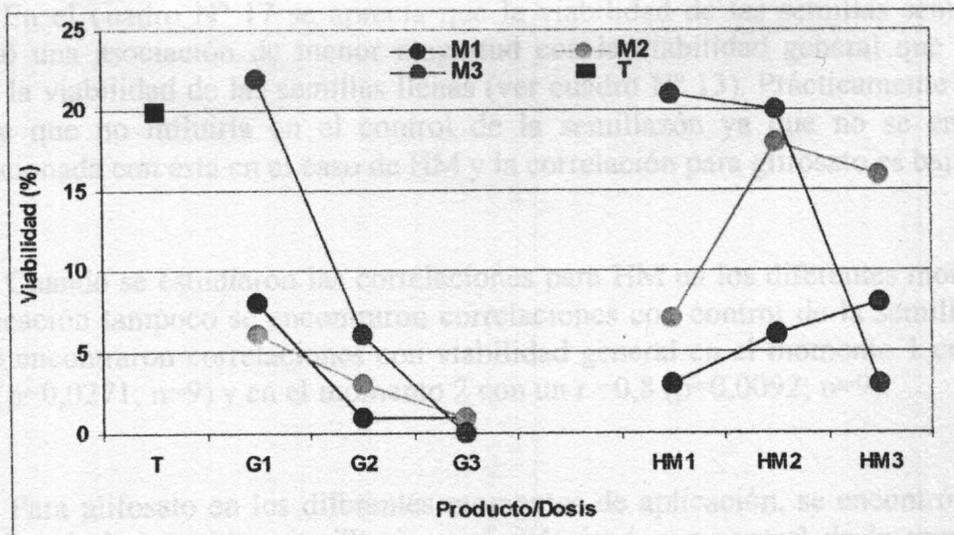


Figura N° 11: Porcentaje de viabilidad de las semillas semillenas del arroz rojo correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y dosis aplicada. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. T=testigo G=glifosato. HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Se observa en las gráficas correspondientes a glifosato para esta fracción de semilla que a las dosis más bajas los momentos de aplicaciones 1 y 2 son similares y el momento 3 muestra valores superiores. Además también se aprecia que al aumentar la dosis de glifosato los momentos tienden a mostrar una viabilidad similar. Sin embargo, las parcelas que recibieron HM respondieron distinto dependiendo del momento de aplicación y de la dosis usada. Se observó que para los momentos 1 y 2 existió una tendencia a crecer la viabilidad de las semillas semillenas con las dosis empleadas, mientras que en el tercer momento se muestra una tendencia que la dosis más alta redujo la viabilidad de esta fracción con respecto a las otras dosis.

En el siguiente cuadro se presentan las correlaciones más relevantes para la viabilidad de las semillas semillenas.

Cuadro N° 17: Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semilla semillenas y algunas variables por producto.

Variable	HM *		Glifosato*	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control			-0,39	0,0449
Viabilidad	0,77	<,0001	0,76	<,0001
Viabilidad llenos			0,55	0,003

\*número de observaciones =27

En el cuadro N° 17 se aprecia que la viabilidad de las semillas semillenas presentó una asociación de menor magnitud con la viabilidad general que la que mostró la viabilidad de las semillas llenas (ver cuadro N° 13). Prácticamente es una variable que no influiría en el control de la semillazón ya que no se encontró correlacionada con ésta en el caso de HM y la correlación para glifosato es baja.

Cuando se estudiaron las correlaciones para HM en los diferentes momentos de aplicación tampoco se encontraron correlaciones con control de la semillazón y solo se encontraron correlaciones con viabilidad general en el momento 1 con un  $r = -0,73$  ( $p = 0,0271$ ;  $n = 9$ ) y en el momento 2 con un  $r = 0,8$  ( $p = 0,0092$ ;  $n = 9$ ).

Para glifosato en los diferentes momentos de aplicación, se encontró que la viabilidad de las semillas semillenas se correlacionó con control de la semillazón solo para el momento 2 ( $r = -0,77$ ;  $p = 0,0163$ ), en cambio, con viabilidad general se correlacionó en todos los momentos (M1  $r = 0,68$ ;  $p = 0,044$ ; M2  $r = -0,85$ ;  $p = 0,0038$ ; M3  $r = -0,85$ ;  $p = 0,0041$ ).

## 4.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTROL DE LA SEMILLAZÓN POR BIOTIPO (Experimento N° 1)

Las variables que se presentaran a continuación se expresaran sobre la base de las semillas correspondientes a cada biotipo.

### 4.2.1. Arroz rojo cáscara negra (ARN)

#### 4.2.1.1 Control de la semillazón

Para el biotipo ARN solo se pudieron evaluar dos de los tres momentos de aplicación estudiados, debido a que este biotipo es de ciclo más corto y en el tercer momento de aplicación se encontraba desgranado. Este hecho hace que en la realidad el estado de las panojas de este biotipo estuviera un poco por encima del promedio de los momentos de aplicación que se usan como referencia.

Para esta variable se encontraron diferencias significativas entre momentos de aplicación, productos y dosis al 1 %. También se constató la existencia de una interacción producto-dosis al 1 %.

En el siguiente cuadro se presentan las diferencias encontradas entre los momentos de aplicación para esta variable.

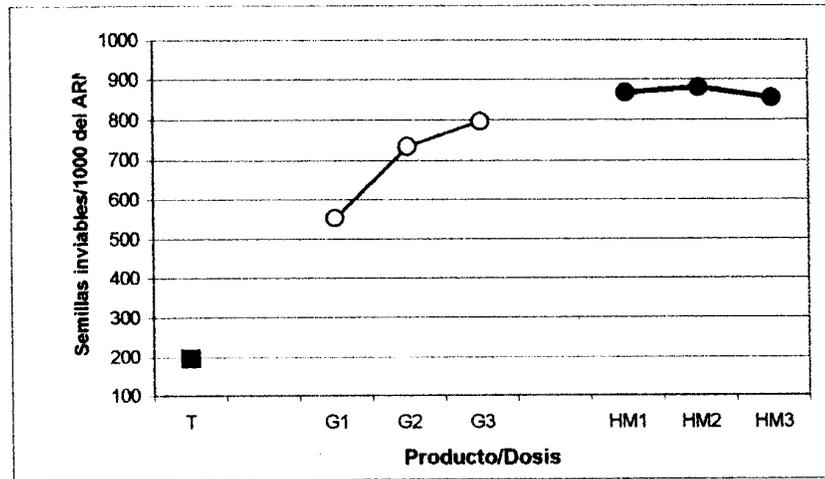
*Cuadro N° 18:* Control de la semillazón del ARN por momento de aplicación.

Momento	Control
Testigo	197
M1	853 a
M2	707 b

M1=18 y M2=43 % de panojas en estado doblando. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5%.

En el cuadro N° 18 se puede observar que los dos momentos son diferentes significativamente, mostrando el momento de aplicación 1 el mayor control de la semillazón del ARN.

La interacción producto-dosis para número de semillas inviables del ARN se muestra en la figura N° 12.



*Figura N° 12:* Control de la semillazón del ARN correspondiente a la interacción entre los productos y las dosis aplicadas. T=testigo, G=glifosato, HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Se observa que HM produce similar número de semillas inviables del ARN para las tres dosis estudiadas y este control es mayor que en el glifosato. Para este producto existió una respuesta positiva al aumento de la dosis, no obstante, la dosis más alta de glifosato no alcanzó el control que obtuvo la menor dosis de HM.

Se logró ajustar un modelo lineal con las dosis aplicadas de glifosato y el control de la semillazón del ARN, éste se detalla en el cuadro N° 19.

*Cuadro N° 19:* Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas inviables del ARN.

	N	P	R <sup>2</sup>	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
<b>Glifosato</b>	27	0,0043	0,41	Lineal	510,83	126,74

En la respuesta obtenida con glifosato se esperaba que el control de la semillazón mejorara en 127 semillas por cada 1 kg i.a./ha.

A pesar de que no se encontró interacción triple entre los factores estudiados se ajustó un modelo lineal entre las dosis de glifosato cuando se aplicó en el momento 1 para el control de la semillazón del ARN (cuadro N° 20).

*Cuadro N° 20: Coeficientes del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas inviables del ARN por momento de aplicación.*

	N	P	R <sup>2</sup>	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
<b>GM1</b>	9	0,004	0,72	Lineal	502,86	183,5

G=glifosato. M1=18 % de panojas en estado doblando.

Según la regresión presentada en el cuadro N° 20 para el momento 1 de glifosato se esperaría en aumento de 184 semillas inviables/1000 por cada aumento de 1 kg i.a./ha en la dosis aplicada. La comparación entre la regresión promedio con la obtenida en el momento 1 para glifosato indicaría que al avanzar el estado de desarrollo del cultivo el control de la semillazón que realiza el producto es menor, perdiendo eficiencia.

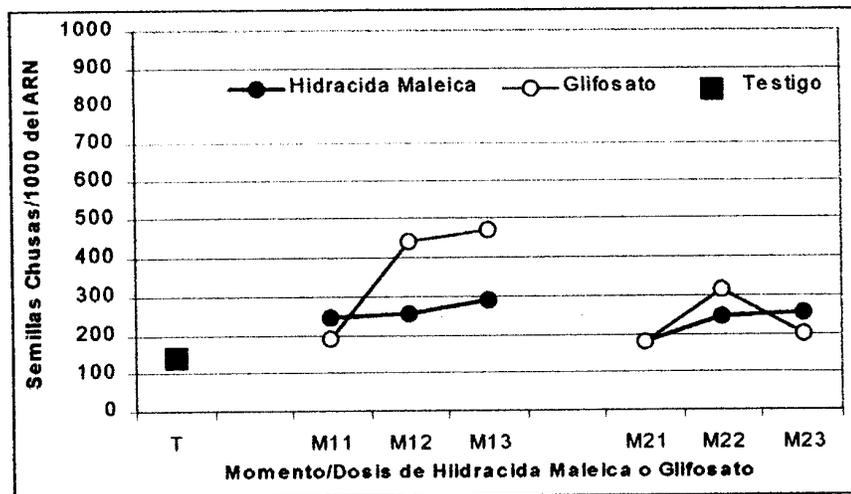
Se obtuvo una correlación entre control del ARN y control general de la semillazón para HM más baja  $r = 0,68$ ; ( $p = 0,0019$ ;  $n = 18$ ) que la encontrada para glifosato que fue de  $r = 0,91$  ( $p < 0,0001$ ;  $n = 18$ ).

Cuando se analizaron estas correlaciones por momento de aplicación y producto, para HM solo se encontró una correlación poco significativa en el momento 1 ( $r = 0,60$ ;  $p = 0,0859$ ;  $n = 9$ ), en cambio para glifosato se encontraron correlaciones en los momentos 1 y 2 (M1  $r = 0,98$ ;  $p < 0,0001$ ;  $n = 9$ ; M2  $r = 0,75$ ;  $p = 0,0212$ ;  $n = 9$ ).

#### 4.2.1.2 Semillas chusas

El ANAVA detectó diferencias significativas entre momentos de aplicación y dosis al 1 % y entre productos al 5 %. También se detectaron interacciones entre momento-producto y entre producto-dosis al 5 %. Además, se detectó una interacción entre momento-producto-dosis al 10 % ( $P = 0,0537$ ).

A continuación se presentan los resultados encontrados para las semillas chusas del ARN correspondiente a la interacción triple en la figura N°13.



*Figura N° 13:* Número de semillas chusas del ARN correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, los productos y las dosis aplicadas. M1=18, M2=43 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

En el momento 1 se aprecia que el número de semillas chusas es superior cuando glifosato es aplicado a las dosis intermedia y alta comparado con HM. Sin embargo, la cantidad de semillas chusas es similar para ambos productos a las dosis evaluadas en el momento 2. Este comportamiento diferencial entre los productos en el momento 1 comparado con el momento 2, estaría explicado por la existencia de una mayor cantidad de panojas de la maleza en estados más susceptibles en el primer momento de aplicación.

Se encontró una regresión significativa para glifosato en el momento 1, los coeficientes del modelo se presentan en el cuadro N° 21.

*Cuadro N° 21:* Coeficiente del modelo estimado entre dosis de glifosato y número de semillas chusas por momento de aplicación.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	Bo	B1
<b>GM1</b>	9	0,56	0,0194	Lineal	157,2	146,9

G=glifosato. M1=18 % de panojas en estado doblando.

En el rango de dosis de 0,48 a 2,40 kg i.a./ha de glifosato aplicado en el momento 1, se esperaría que el número de semillas chusas/1000 del ARN disminuyera en 147 semillas por cada aumento en la dosis de 1 kg i.a./ha.

En el cuadro N° 22 se presentan las correlaciones de semillas chusas del ARN con algunas variables.

*Cuadro N° 22: Coeficientes de correlación lineal y simple entre las semillas chusas del ARN y algunas variables por producto.*

Variable	HM <sup>1</sup>		Glifosato <sup>2</sup>	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control			0,75	0,0004
Semillas Chusas	0,70	0,0011	0,87	<,0001
Control del ARN	0,42	0,0829	0,84	<,0001

\*número de observaciones =18

En el cuadro anterior, se observa que la correlación entre semillas chusas del ARN y el control del ARN es más fuerte para glifosato que para HM, sucediendo lo mismo para las semillas chusas. Sin embargo, se destaca la ausencia de correlación con control de la semillazón para HM, mientras que esta correlación es alta para el glifosato.

Cuando las correlaciones se analizaron por momento, para HM<sup>1</sup> no se obtuvieron correlaciones en ninguno de los momentos de aplicación con el control de la semillazón ni tampoco con el control del ARN; mientras que si se encontraron correlaciones con las semillas chusas en general en los dos momentos (M1 r =0,66; p=0,0545; n=9; M2 r =0,85; p=0,0041; n=9).

Cabe señalar que en las parcelas tratadas con este producto, las semillas chusas del ARN no superaron las 300 semillas/1000 semillas del ARN, representando algo más del 10 % de las semillas muestreadas en general (biotipo ARN + biotipo ARP).

Cuando se usó glifosato se encontraron solamente en el momento 1 fuertes correlaciones entre las semillas chusas del ARN y el control de la semillazón (r=0,86; p=0,0027; n=9), también con el control de la semillazón del ARN (r =0,87; p=0,0022; n=9) y con las semillas chusas en general (r =0,94; p=0,0002; n=9). La ausencia de correlaciones como las mencionadas anteriormente en el momento 2 indicaría que en este momento existían pocas panojas en estados iniciales de su desarrollo que pudieran dejar semillas chusas.

Para glifosato, se destaca que alcanzó a generar hasta 500 semillas chusas de ARN, representando un 20 % de las semillas chusas muestreadas de ambos biotipos

#### 4.2.1.3 Viabilidad de las semillas llenas

Para la variable en estudio el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los momentos de aplicación y productos al 1 % y entre dosis al 5 % ( $P=0,0233$ ). Además, se detectó una interacción significativa entre producto-dosis al 1 %.

Se presentan en el cuadro N° 23 las diferencias encontradas para esta variable entre los momentos de aplicación.

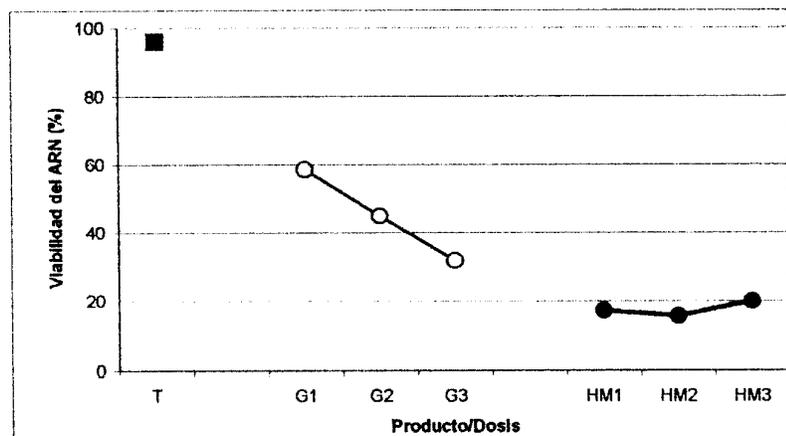
*Cuadro N° 23:* Porcentaje de viabilidad de semillas llenas del ARN por momento de aplicación.

Momento	Viabilidad
Testigo	96
M1	23 b
M2	40 a

M1=18 y M2=43 % de panojas en estado doblando. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5%.

En el cuadro se puede observar que la mayor reducción en la viabilidad de las semillas arroz rojo ocurre en el momento de aplicación 1.

Para la variable considerada se presenta la interacción producto-dosis encontrada en la figura N° 14.



*Figura N° 14:* Porcentaje de viabilidad de las semillas llenas del ARN correspondiente a la interacción entre los productos y las dosis aplicadas. T= testigo, G=glifosato, HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

En la figura anterior se aprecia que HM obtiene los menores valores de viabilidad, no difiriendo entre sus dosis, mientras que glifosato disminuye la viabilidad de las semillas llenas al aumentar la dosis no alcanzando los valores correspondientes a HM.

Se detectó un modelo lineal para el ajuste entre las dosis de glifosato y la viabilidad de la semilla llenas del ARN. El modelo ajustado se detalla en el cuadro N° 24.

*Cuadro N° 24:* Coeficientes del modelo estimado entre dosis de glifosato y el número de semillas viables/100 del ARN.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
Glifosato	27	0,42	0,0034	lineal	65,13	-13,98

Este modelo nos estaría indicando que por cada 1 kg i.a./ha de aumento de la dosis de glifosato, se esperaría una disminución de 14 semillas viables/100 del ARN.

A continuación se presentan las correlaciones encontradas para esta variable por producto y en los cuadros N° 26 y 27 aquellas encontradas por momento de aplicación para cada producto.

*Cuadro N° 25:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de semillas llenas del ARN y algunas variables por producto.

Variable	HM		Glifosato	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,67	0,0023	-0,86	<,0001
Viabilidad	0,54	0,0201	0,89	<,0001
Viabilidad llenas	0,63	0,0055	0,91	<,0001
Control ARN	-0,99	<,0001	-0,96	<,0001

\*número de observaciones = 27

En el cuadro N° 25 se observa que la viabilidad de semillas llenas del ARN tiene con control de la semillazón, con viabilidad general y con viabilidad de semillas llenas una correlación más fuerte para glifosato que para HM, mientras que con control de la semillazón del ARN ambos presentan similar correlación.

*Cuadro N° 26:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de semillas llenas del ARN y algunas variables por momento de aplicación para HM.

Variable	HM <sup>2</sup>			
	Momento 1		Momento 2	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,62	0,0763		
Viabilidad	0,59	0,093		
Viabilidad semillas llenas	0,62	0,0764		
Control ARN	-0,98	<,0001	-0,99	<,0001

\*número de observaciones = 9

En el cuadro anterior se observa que para HM se encontraron correlaciones entre viabilidad de semillas llenas del ARN y control del ARN en los momentos 1 y 2, mientras que las otras correlaciones se presentaron solamente en el momento 1.

*Cuadro N° 27:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de semillas llenas del ARN y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.

Variable	Glifosato			
	Momento 1		Momento 2	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,93	0,0002	-0,67	0,0495
Viabilidad	0,96	<,0001	0,78	0,0133
Viabilidad llenos	0,98	<,0001	0,76	0,0165
Control ARN	-0,97	<,0001	-0,89	0,0012

\*número de observaciones = 9

Cuando se analizan las correlaciones para glifosato en los distintos momentos de aplicación se aprecia que si bien bajan un poco en magnitud permanecen también al pasar del momento 1 al momento 2, pero de igual forma continúan siendo superiores a los encontrados para HM, con la excepción de aquellas correspondiente a control de la semillazón del ARN.

## 4.2.2 Arroz rojo cáscara pajiza (ARP)

### 4.2.2.1 Control de la semillazón

En el ANAVA se encontraron diferencias significativas entre momentos de aplicación, productos y dosis al 1 %. Se detectó interacción entre producto-dosis al 1 % y una interacción entre momento-producto-dosis al 5 %.

El efecto de la dosis dentro de cada combinación momento-producto en el control de la semillazón se muestra en la figura N° 15.

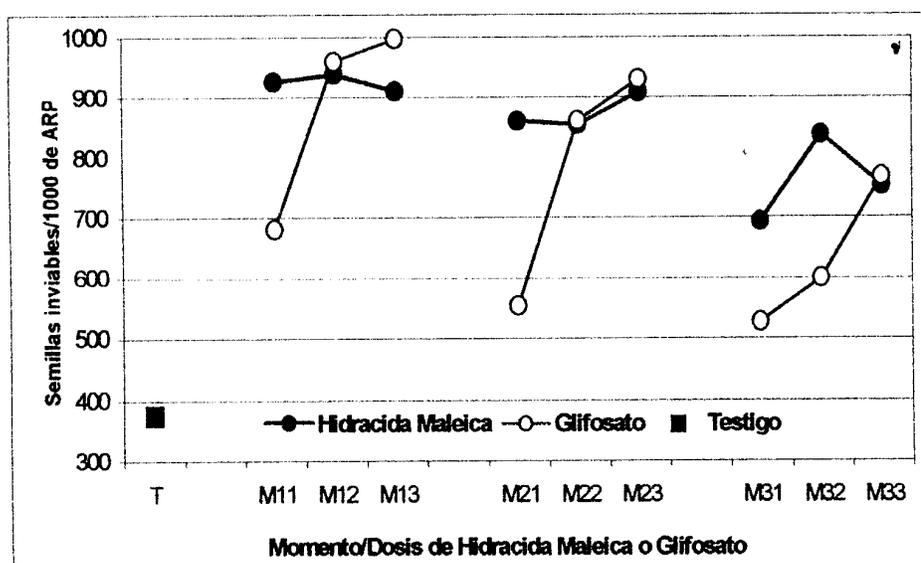


Figura N° 15: Control de la semillazón del ARP correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, los productos y las dosis aplicadas. M1=18, M2=43 y M3 = 95 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Se observa para el ARP las mismas curvas de respuestas que para el control general, existiendo entre ambas variables una correlación de 0,964 ( $p < 0,0001$ ;  $n=54$ ).

Se ajustaron regresiones para los productos en algunos de los momentos de aplicación, detallándose los modelos obtenidos en el cuadro N° 28.

*Cuadro N° 28:* Coeficientes de los modelos estimados entre dosis del producto y el control de la semillazón del ARP por momento de aplicación.

	P	N	R <sup>2</sup>	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
<b>GM1</b>	0,0044	9	0,84	cuadrático	450,66	542	-130,93
<b>GM2</b>	0,0001	9	0,95	cuadrático	308,46	571,18	-130
<b>HM M3</b>	0,0352	9	0,67	cuadrático	-2199	2418	-481

G=glifosato, HM= hidracida malvica. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando.

Para glifosato en el momento 1, el máximo número de semillas inviables se obtendría con la dosis de 2,07 kg i.a./ha; mientras que en el momento 2 el máximo número de éstas se alcanzaría con la dosis 2,2 kg i.a./ha. Para el caso de HM en el momento 3, el máximo número de semillas inviables se obtendría con la dosis de 2,51 kg i.a./ha.

En el cuadro N° 29 se presentan las correlaciones más relevantes para el control de la semillazón del ARP por producto.

*Cuadro N° 29:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el control de la semillazón del ARP y algunas variables por producto.

Variable	HM *		Glifosato *	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	0,93	≤,0001	0,98	≤,0001
Semillas Chusas	0,51	0,0061	0,77	≤,0001
Viabilidad	-0,79	≤,0001	-0,84	≤,0001
Viabilidad llenas	-0,92	≤,0001	-0,91	≤,0001

\*número de observaciones =27.

En el cuadro N° 29 se destaca que el grado de correlación entre control del ARP y semillas chusas es mayor para glifosato que el encontrado para HM.

En los cuadros N° 30 y N° 31, se muestran por producto las correlaciones entre el control de la semillazón del ARP con algunas variables según momento de aplicación.

*Cuadro N° 30:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el control de la semillazón del ARP y algunas variables por momento de aplicación para HM.

Variable	HM *					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	0,98	<,0001	0,70	0,0345	1	<,0000
Viabilidad	-0,87	0,0021	-0,65	0,0568	-0,67	0,0495
Viabilidad semillas llenas	-0,97	<,0001	-0,70	0,0359	-0,97	<,0001

\*número de observaciones =9

En el cuadro N° 30, se observa que existió una correlación alta y positiva entre el control del ARP y el control de la semillazón para el momento 1 y ésta aún siendo alta disminuye para el momento 2. En el momento 3 al no existir ARN ambas variables son idénticas. Para la variable viabilidad la correlación es alta y negativa y también disminuye del momento 1 al 3, sin embargo, para la viabilidad de semillas llenas se reduce entre momentos 1 y 2, siendo en el momento 3 muy alta porque solo el ARP está presente.

*Cuadro N° 31:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el control de la semillazón del ARP y algunas variables por momento de aplicación para el glifosato.

Variable	Glifosato *					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	0,99	<,0001	0,97	<,0001	1	<,0000
Semillas Chusas	0,92	0,0004	0,83	0,0052		
Viabilidad	-0,89	0,0012	-0,90	0,0009	-0,69	0,0412
Viabilidad semillas llenas	-0,92	0,0004	-0,91	0,0005	-0,88	0,0017
Viabilidad semillas semillenas			-0,66	0,0487		

\*número de observaciones =9

En cuadro N° 31 se observa que las parcelas tratadas con glifosato mostraron una alta correlación de esta variable y control de la semillazón general que se mantiene para los 3 momentos de aplicación. Se ve que existe para este producto una correlación entre el control del ARP y las semillas chusas, hecho que no se presentó en HM.

El control del ARP, se asoció también con la viabilidad de las semillas semillenas en el momento 2 y este hecho sólo ocurrió en el ARP y no en el ARN.

#### 4.2.2.2 Semillas chusas

El análisis de varianza encontró diferencias significativas para momentos de aplicación, productos y dosis al 1 %. Se detectaron interacciones entre momento-producto, producto-dosis y momento-dosis al 1 %. También se encontró una interacción entre los tres factores en estudio al 5 %.

El efecto de la interacción momento-producto-dosis en las semillas chusas del ARP se muestra en la figura N° 16.

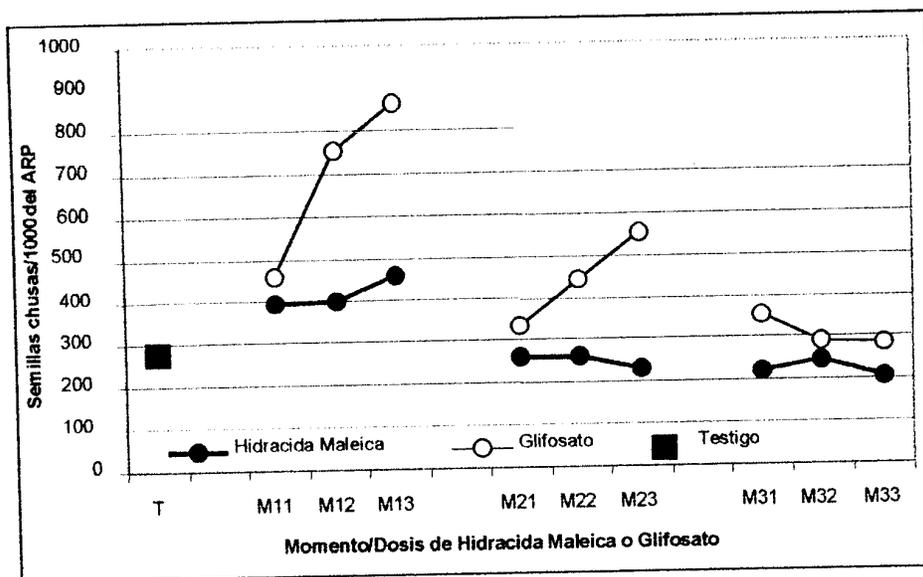


Figura. N° 16: Número de semillas chusas del ARP correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, los productos y las dosis aplicadas. T= testigo, M1=18, M2=43 y M3 = 95 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

En la gráfica se observa una respuesta al aumento de la dosis cuando se asperjó glifosato en los momentos de aplicación 1 y 2, observándose la mayor cantidad de semillas chusas del ARP en el primer momento. HM no presentó respuesta al aumento de la dosis en ninguno de los momentos evaluados.

Para glifosato en los momentos 1 y 2 se ajustaron modelos lineales entre las dosis del producto y el número de semillas chusas del ARP/1000 que se presentan en el cuadro N° 32.

*Cuadro N° 32:* Coeficientes de los modelos estimados entre dosis del glifosato y el número de semillas chusas del ARP por momento de aplicación.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
<b>GM1</b>	9	0,79	0,0013	Lineal	392,2	209,4
<b>GM2</b>	9	0,70	0,0049	Lineal	281	115,5

G1= glifosato. M1=18. M2=43 % de panojas en estado doblando.

Este producto incrementaría en 209 y en 115 semillas chusas/1000 del ARP por cada aumento en la dosis de 1 kg i.a./ha en el momento 1 y 2, respectivamente.

A continuación, se introducen las correlaciones obtenidas entre las semillas chusas del ARP y algunas variables de interés por producto en primera instancia y posteriormente separadas por producto y por momento de aplicación (Cuadros N° 33, 34 y 35).

*Cuadro N° 33:* Coeficientes de correlación lineal, simple entre el número de semillas chusas del ARP y algunas variables por producto.

Variable	HM		Glifosato	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	0,64	0,0004	0,79	<,0001
Semillas Chusas	0,97	<,0001	0,96	<,0001
Control del ARP	0,56	0,0021	0,80	<,0001

\*número de observaciones =27

Se observa en el cuadro N° 33 que si bien existió correlación entre la cantidad de semillas chusas del ARP y el control de la semillazón general y el control del ARP para ambos productos, siendo estas asociaciones más bajas para HM que para glifosato.

Cuando se estudian las correlaciones dentro de cada momento de aplicación, se encontró para HM una tendencia entre la variable en estudio y el control de la semillazón general y el control del ARP solo en el momento de aplicación 1. Sin embargo, con las semillas chusas/1000 la correlación encontrada fue muy estrecha para los momentos 1 y 2, siendo levemente superior para el primero. En el momento 3, al no existir ARN, el total de las semillas chusas evaluadas pertenecen al biotipo ARP lo que determinó que ambas variables sean idénticas, no presentándose las correlaciones.

*Cuadro N° 34:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el número de semillas chusas del ARP y algunas variables por momento de aplicación para HM.

Variable	HM *			
	Momento 1		Momento 2	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	0,58	0,0968		
Semillas Chusas	0,96	<,0001	0,93	0,0003
Control del ARP	0,63	0,0679		

\*número de observaciones =9

Para el glifosato, las correlaciones con la variable considerada y el control de la semillazón general y el control del ARP son altas para el momento 1 y ambas descienden en el momento 2 siendo el descenso mayor para el control de la semillazón general. La correlación con las semillas chusas sigue la misma tendencia que la correlación con el control del ARP a través de los momentos de aplicación.

*Cuadro N° 35:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre el número de semillas chusas del ARP y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.

Variable	Glifosato *			
	Momento 1		Momento 2	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	0,93	0,0003	0,70	0,0349
Semillas Chusas	0,98	<,0001	0,88	0,0019
Control del ARP	0,93	0,0002	0,79	0,0106

\*número de observaciones=9

Comparando las asociaciones obtenidas para los dos productos en los diferentes momentos de aplicación, se podría concluir que las semillas chusas generadas por el glifosato contribuyen al control de la semillazón general y en particular al control del ARP de manera más importante que lo que aportaría la HM.

#### 4.2.2.3 Viabilidad de las semillas llenas

El ANAVA detectó diferencias significativas para los momentos de aplicación, productos y dosis al 1 %. Se encontró interacción entre producto-dosis al 1 % y una interacción entre momento-producto-dosis al 5 %.

A continuación en la figura N° 17, se presentan los resultados de viabilidad de las semillas llenas del ARP correspondiente a la interacción entre los tres factores bajo estudio.

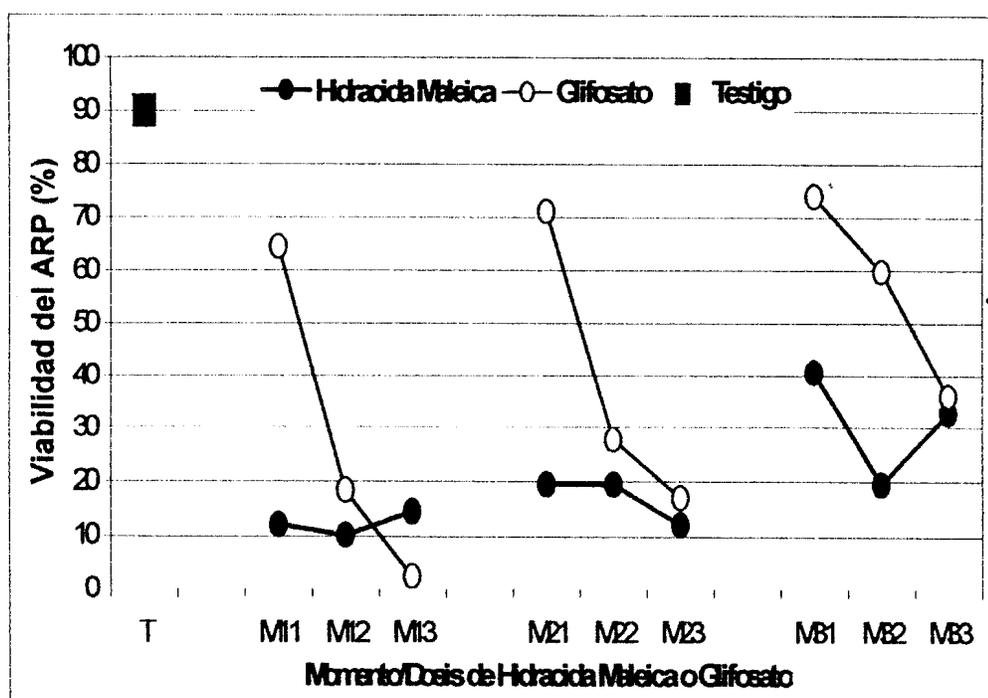


Figura N° 17: Porcentaje de semillas viables llenas del ARP correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación, los productos y las dosis aplicadas. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Se observa para la viabilidad de las semillas llenas del ARP las mismas curvas de respuestas que para la viabilidad general dado por una correlación alta y positiva entre ellas ( $r=0,90$ ;  $p<,0001$ ;  $n=54$ ).

A continuación se presentan los modelos ajustados entre dosis y la viabilidad de las semillas llenas del ARP.

*Cuadro N° 36:* Coeficientes de los modelos estimados entre dosis de los productos y el número de semillas llenas viables/100 por momento de aplicación.

	N	R <sup>2</sup>	P	Modelo	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
GM1	9	0,88	0,0018	Cuadrático	98,58	-79,17	16,28
GM2	9	0,93	0,0004	Cuadrático	104,92	-79,17	17,72
HMM3	9	0,64	0,048	Cuadrático	475,67	-361,9	72,2

G=glifosato, HM= hidracida maleica. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando.

Para el glifosato aplicado en el momento 1, el mínimo número de semillas viables/100 se alcanzaría con la dosis de 2,43 kg i.a./ha, mientras que en el momento 2 el mismo se obtendría con la dosis 2,23 kg i.a./ha.

En el caso de HM en el momento 3, el mínimo número de semillas viables/100 se alcanzaría con la dosis de 2,5 kg i.a./ha.

En el cuadro N° 37 se puede observar las correlaciones encontradas para la viabilidad del ARP con otras variables por producto.

*Cuadro N° 37:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre viabilidad de las semillas llenas del ARP y algunas variables por producto.

Variable	HM *		Glifosato *	
	Cof. r	Prob.	Cof. r	Prob.
Control	-0,90	≤,0001	-0,92	≤,0001
Viabilidad	0,77	≤,0001	0,93	≤,0001
Viabilidad llenas	0,92	≤,0001	0,97	≤,0001
Control ARP	-0,99	≤,0001	-0,93	≤,0001

\* número de observaciones =27

En el cuadro N° 37 se observa que la viabilidad de las semillas llenas del ARP se encuentra fuertemente asociada con el control de la semillazón, con el control de la semillazón del ARP y con la viabilidad de semillas llenas para ambos productos. Se destaca que la correlación obtenida con la viabilidad general es menor con HM que con glifosato.

A continuación, se presentan las correlaciones encontradas entre la variable viabilidad del ARP por producto para cada momento de aplicación (cuadros N° 38 y 39).

*Cuadro N° 38:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de las semillas llenas y algunas variables por momento de aplicación para HM.

Variable	HM *					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,96	<,0001	-0,69	0,0412	-0,97	<,0001
Viabilidad	0,90	0,0009	0,65	0,0576	0,67	0,0498
Viabilidad llenas	0,97	<,0001	0,70	0,0362	1	
Control ARP	-0,99	<,0001	-0,99	<,0001	-0,97	<,0001

\*número de observaciones =9

En el cuadro N° 38 se observa que la alta correlación que existe entre la viabilidad de semillas llenas del ARP y el control de la semillazón se reduce al pasar del momento de aplicación 1 al 2, en cambio no sucede lo mismo con control del ARP. Las correlaciones con viabilidad general y viabilidad de semillas llenas disminuye entre los momentos 1 y 2, permaneciendo en niveles medios con la viabilidad general.

*Cuadro N° 39:* Coeficientes de correlación lineal, simple y su significación entre la viabilidad de la semillas llenas de ARP y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.

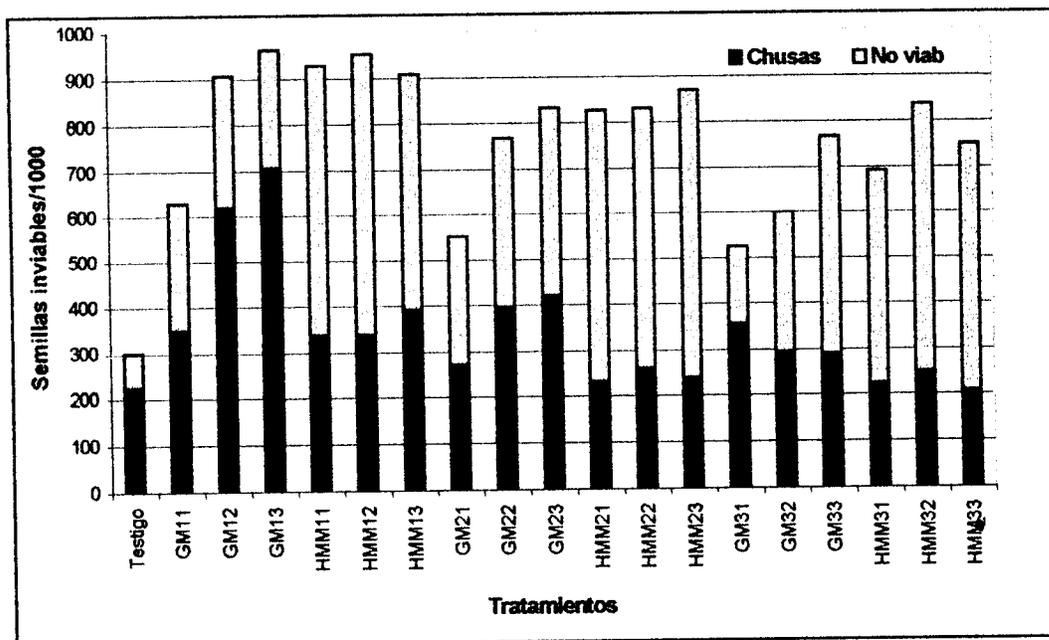
Variable	Glifosato *					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Control	-0,95	<,0001	-0,97	<,0001	-0,88	0,0017
Viabilidad	0,99	<,0001	0,92	0,0004	0,92	0,0005
Viabilidad llenas	0,99	<,0001	0,94	<,0001	1	
Control del ARP	-0,93	0,0003	-0,98	<,0001	-0,88	0,0017

\*número de observaciones =9

En el cuadro N° 39, se observa un comportamiento distinto del glifosato comparado con HM en las correlaciones entre la viabilidad de semillas llenas del ARP con el control de la semillazón, con viabilidad general y con la viabilidad de las semillas llenas, mientras que la correlación con el control del ARP, se mantiene para ambos productos en los momentos 1 y 2, siendo mayor la correlación para HM que la del glifosato en el momento 3.

### 4.2.3 Análisis conjunto del control de la semillazón

En la siguiente gráfica (N° 18) se presenta la forma en que se construye el control de la semillazón para cada tratamiento, presentándose en la misma barra los componentes número de semillas chusas y número de semillas no viables.



*Figura N° 18:* Control de la semillazón del arroz rojo y los componentes del mismo correspondiente a los tratamientos aplicados. G=glifosato HM=hidracida maleica. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Se observó para la variable control general de la semillazón una interacción triple entre momentos de aplicación, productos y dosis lo que significa que estos factores no actúan de manera independiente.

Al analizar cada producto por momento de aplicación, se observa que HM en sus tres dosis y glifosato en sus dosis intermedia y alta en el momento 1 obtienen más del 90 % del control de la supresión de la semillazón sobre la población de arroz rojo. Para el momento de aplicación 2, las tres dosis de HM y la más alta de glifosato alcanzan un 80 % de control y en el momento 3 las dosis intermedia y alta de HM y la dosis alta de glifosato superan el 70 % lo que no se considera agrónomicamente adecuado dado que ese porcentaje permite que una elevada cantidad de semillas ingrese al banco de semillas del suelo.

Para HM se observa que en ninguno de los momentos de aplicación hay respuesta a la dosis y el control ejercido por el producto disminuye con el atraso en los momentos de aplicación, siendo que esta disminución no puede ser contrarrestada con el aumento de la dosis.

Para glifosato la dosis más baja siempre es la que obtiene el menor control y esto hace que el promedio para este producto disminuya, por lo que al compararlo con el promedio de HM, éste sea superior. Se observa que al aumentar la dosis de 0,48 a 1,44 kg i.a./ha de glifosato en los momentos 1 y 2, se logró una gran respuesta en el control de la semillazón del arroz rojo; mientras que en el momento 3, la mayor respuesta se obtiene de pasar 1,44 a 2,40 kg i.a./ha.

En general, el mayor valor obtenido de las semillas chusas para glifosato en su dosis más alta podría estar explicado porque este producto tiene poder desecante de la planta lo que estaría afectando la producción y traslación de fotoasimilados hacia las semillas en formación, en cambio, HM no se apreció ese efecto desecante sobre las plantas.

Como es característico de las malezas, el arroz rojo presentaba en los distintos momentos de aplicación, una gran variabilidad en los estados de desarrollo de las panojas. En consecuencia, el mayor control de la semillazón obtenido en el momento 1, independientemente del producto utilizado y la dosis usada, está explicado por una gran proporción de panojas en estados de mayor susceptibilidad (E, IF y FF).

Las variables que componen el control de la semillazón se afectaron de manera diferente por los tratamientos, mientras que el número de semillas chusas presentó la misma interacción que se encontró para la variable control de la semillazón, la variable número de semillas no viables mostró interacciones dobles entre momento-dosis ( $P=0,0919$ ) y entre producto-dosis ( $P<,0001$ ).

Cuando se analiza cómo está constituido el control de la semillazón por momento de aplicación y producto, se observa que éstos actúan de manera diferente (ver cuadro N° 40).

**Cuadro N° 40:** Proporción de semillas chusas en la variable control de la semillazón por momento de aplicación y producto.

	HM	Glifosato
M1	38,1 %	65,5 %
M2	28,6 %	50 %
M3	30,2 %	51,2 %

M1=18 %, M2=43 % y M3=95 % de panojas en estado doblando.

El control de la semillazón en HM está dado principalmente por su efecto en la viabilidad de las semillas, no actuando en la misma magnitud sobre la cantidad de semillas chusas, ya que la proporción que alcanza esta variable en el control es baja para los tres momentos de aplicación (ver cuadro N° 40) y dentro de éstos no se observan diferencias entre sus dosis. El valor que alcanza esta variable es similar al testigo en el promedio de los momentos de aplicación y las dosis usadas.

El control de glifosato en el momento 1 esta basado tanto en la viabilidad como en la cantidad de semillas chusas, aumentando éstas últimas con el aumento de la dosis (55,5 a 73%), mientras que la fracción semillas no viables presenta una menor variación. En el momento 2, este producto actúa de manera similar pero las respuestas en las semillas chusas al aumento de la dosis fueron menores, disminuyendo la proporción de la fracción semillas chusas en el total (variando poco entre dosis) y aumentando la proporción de la fracción semillas no viables para un determinado nivel de control. En el momento 3, para este producto la respuesta obtenida al aumento en las dosis esta basada en el aumento en el número semillas no viables, especialmente en la dosis más alta, y no en el número de semillas chusas, el cual porcentualmente se reduce con el aumento en la dosis (67,5 a 37,5%).

La eficiencia de los tratamientos correspondientes a los biotipos ARN y ARP se observan en las figuras N° 19 y N° 20, detallándose el control de la semillazón y la contribución correspondiente a las fracciones semilla chusa y semillas no viables para los tratamientos.

En las mismas, solo se realizaron comentarios de los momentos de aplicación 1 y 2, dado que en éstos fue posible cosechar semillas de ambos biotipos.

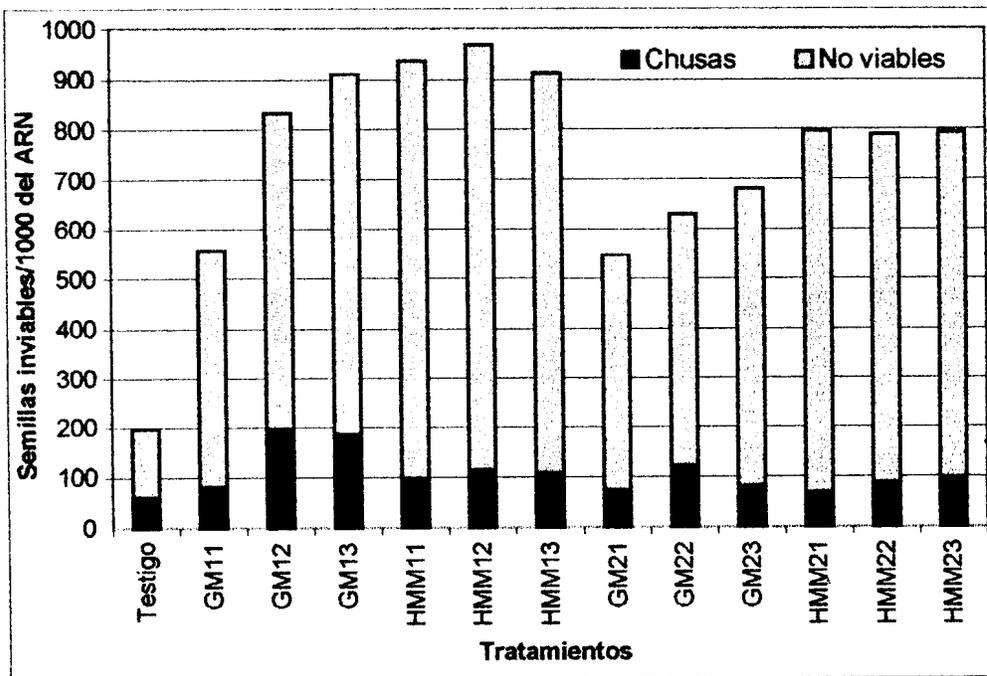


Figura N° 19: Control de la semillazón del ARN y los componentes del mismo correspondiente a los tratamientos aplicados. M1=18 y M2=43 % de panojas en estado doblando. G=glifosato. HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

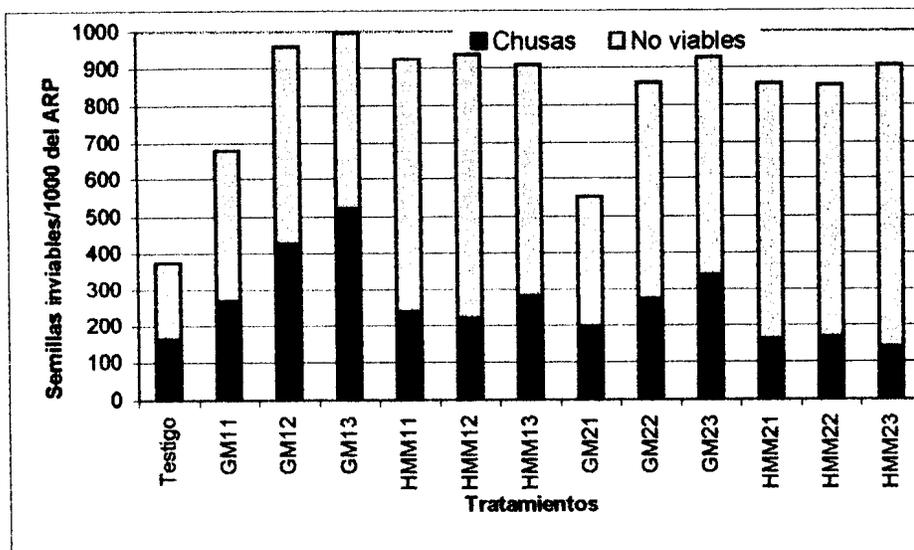


Figura N° 20: Control de la semillazón del ARP y los componentes del mismo correspondientes a los tratamientos aplicados. M1=18 y M2=43 % de panojas en estado doblando. G=glifosato. HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

Se destaca en las figuras anteriores que existen diferencias en el control de acuerdo al biotipo. Para el biotipo ARN, solo cuatro de los tratamientos superan el 90 % de control (Fig. 19), mientras que para el ARP siete tratamientos superan ese límite (Fig. 20).

En el ARN, los cuatro tratamientos que mostraron control superior al 90% fueron los aplicados en el momento 1, los cuales corresponden a la dosis más alta de glifosato y a las tres dosis de HM. No obstante lo anterior, se aprecia en el momento 2 que los tratamientos de HM sin importar la dosis usada alcanzan prácticamente el 80% de control de la semillazón del ARN, mientras que el glifosato aún a la dosis más eficiente en ese momento no llega al 70% de control.

En el ARP, cinco de los mejores tratamientos fueron aplicados en el momento 1 y corresponden a las dosis intermedias y alta de glifosato y a las tres dosis de HM. En cambio, en el momento 2 a diferencia del ARN donde ningún tratamiento superó el 90 %, las dosis más altas de ambos productos superan dicho límite de control

En cuanto a los componentes del control de la semillazón por biotipo, el ARN presentó menor cantidad de semillas chusas que el ARP. Este hecho es consecuencia de que el ARN se encontraba comparativamente en etapas más avanzadas de su ciclo que el ARP al momento de las aplicaciones.

Con respecto a las semillas chusas, existió una respuesta positiva a la aplicación de glifosato en el momento 1 para ambos biotipos y en el momento 2 únicamente para el ARP, siendo que las respuestas siempre fueron mayores para el ARP que para el ARN.

En la viabilidad de las semillas llenas, se aprecia claramente que ambos biotipos presentaron las mismas tendencias que la viabilidad general de las semillas llenas, observándose una asociación menor para el ARN que para el ARP entre estas variables ( $r=0,89$ ,  $P<,0001$ ,  $n=36$  ;  $r=0,96$ ,  $P<,0001$ ,  $n=54$ , respectivamente).

En la figura N° 21 se muestra la información referida al control de la semillazón y sus componentes: semillas chusas y semillas no viables por biotipo expresadas cada 1000 semillas muestreadas para los tratamientos correspondientes a los momentos de aplicación 1 y 2.

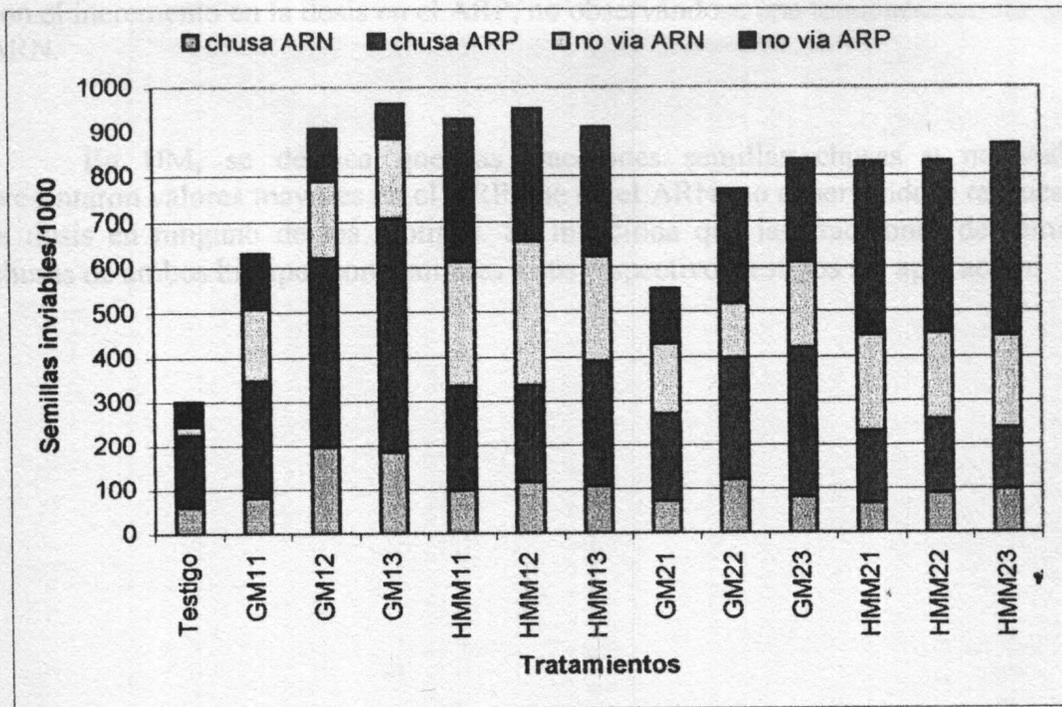


Figura N° 21: Control de la semillazón del arroz rojo y los componentes del mismo según biotipo correspondiente a los tratamientos aplicados. M1=18, M2=43 y M3=95 % de panojas en estado doblando. G=glifosato. HM=hidracida maleica Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

En la gráfica se observa que el mayor peso dentro del control de la semillazón esta dado por el aporte del ARP siendo en todos los tratamientos un aporte superior al 50% del control obtenido.

En el momento 1, glifosato presentó la mayor respuesta al aumento de la dosis principalmente a través de la fracción semillas chusas del ARP y en menor medida en el ARN. En cambio, se observa una tendencia a que sea superior la fracción de las semillas no viables en el ARN comparado con el ARP.

Para HM en el mismo momento, existió un aumento en las semillas chusas comparado con el testigo, existiendo una diferencia en esta fracción a favor del ARP; no obstante, el aporte de ambos biotipos fue similar en la fracción semillas no viables.

En el momento 2, el glifosato promovió una superior respuesta en las semillas chusas en el ARP mientras que no existió la misma en el ARN. En cuanto a las semillas no viables, se aprecia que el glifosato indujo un aumento en esta fracción

con el incremento en la dosis en el ARP, no observándose una tendencia similar en el ARN.

En HM, se destaca que las fracciones semillas chusas y no viables presentaron valores mayores en el ARP que en el ARN, no observándose respuesta a la dosis en ninguno de los biotipos. Se menciona que las fracciones de semillas chusas de ambos biotipos son similares a sus respectivos testigos sin aplicación.

### 4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES (Experimento N° 2)

En el ensayo realizado para medir los efectos de los tratamientos sobre la variedad no se obtuvo un buen control de capín (*Echinochloa sp*), en consecuencia la variabilidad de los datos fue mayor a la esperada. Los resultados de las parcelas correspondientes al testigo fueron extremadamente variables, por lo que se decidió no presentarlos en las variables rendimiento y componentes del rendimiento.

Para definir los momentos de aplicación se tomó el porcentaje de granos verdes promedio correspondiente a las parcelas tratadas en cada momento de aplicación.

#### 4.3.1 Rendimiento

El ANAVA detectó solamente diferencias significativas entre momentos de aplicación y productos al 5 % ( $P=0,0112$  y  $P=0,0352$  respectivamente).

En la figura N° 22 se muestra el rendimiento correspondiente a los diferentes momentos de aplicación.

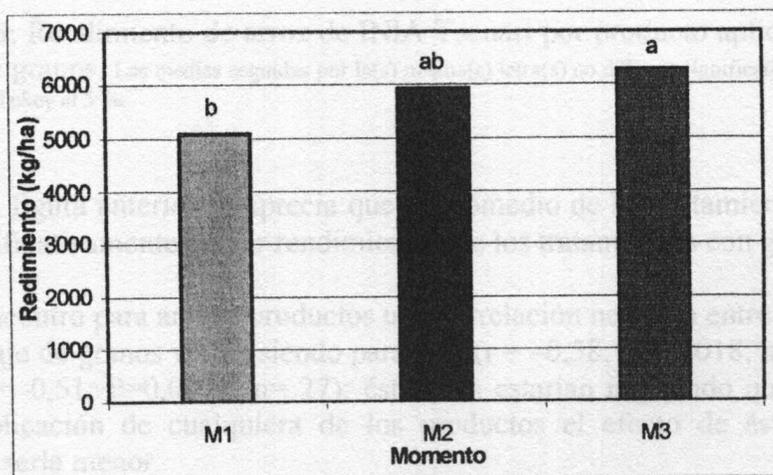


Figura N° 22: Rendimiento de arroz correspondiente a los tres momentos de aplicación durante el llenado de grano de INIA Tacuarí. M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

Se observa que el rendimiento obtenido en el momento 1 es inferior significativamente al del momento 3, siendo que el del momento 2 no difiere de

ninguno de los rendimientos logrados en los otros dos momentos de aplicación evaluados. Se observa una tendencia al aumento del rendimiento a medida que las aplicaciones se realizan en etapas más avanzadas del ciclo del cultivo, encontrándose una correlación negativa entre el porcentaje de granos verdes y esta variable ( $r = -0,35$ ;  $P = 0,0122$ ;  $n = 50$ ).

A continuación, se presenta la separación de medias correspondientes al rendimiento obtenido por producto aplicado.

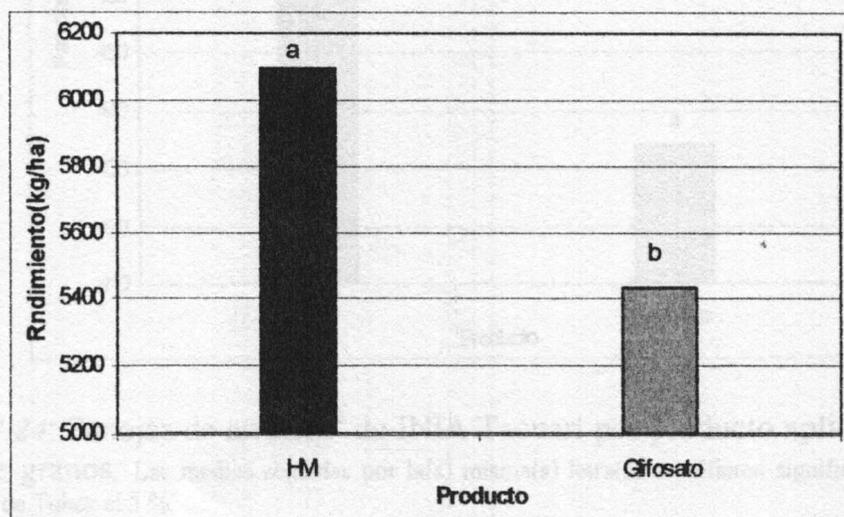


Figura N° 23: Rendimiento de arroz de INIA Tacuarí por producto aplicado durante el llenado de granos. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

En la figura anterior se aprecia que el promedio de los tratamientos con HM obtiene significativamente mayor rendimiento que los tratamientos con glifosato.

Se encontró para ambos productos una correlación negativa entre rendimiento y el porcentaje de granos verde, siendo para HM ( $r = -0,58$ ;  $P = 0,0018$ ;  $n = 26$ ) y para glifosato ( $r = -0,51$ ;  $P = 0,0071$ ;  $n = 27$ ); éstas nos estarían indicando que cuando se atrasa la aplicación de cualquiera de los productos el efecto de éstos sobre el rendimiento sería menor.

### 4.3.2 Componentes del rendimiento

#### 4.3.2.1 Panojas de arroz por metro cuadrado

A pesar de que no se esperaría encontrar diferencias en el número de panojas debido a los tratamientos ya que los mismos fueron aplicados cuando este

componente del rendimiento estaba definido, el ANAVA detectó diferencias entre productos al 10 % ( $P=0,052$ ).

En la siguiente figura se presenta los resultados de las panojas/m<sup>2</sup> para los diferentes productos.

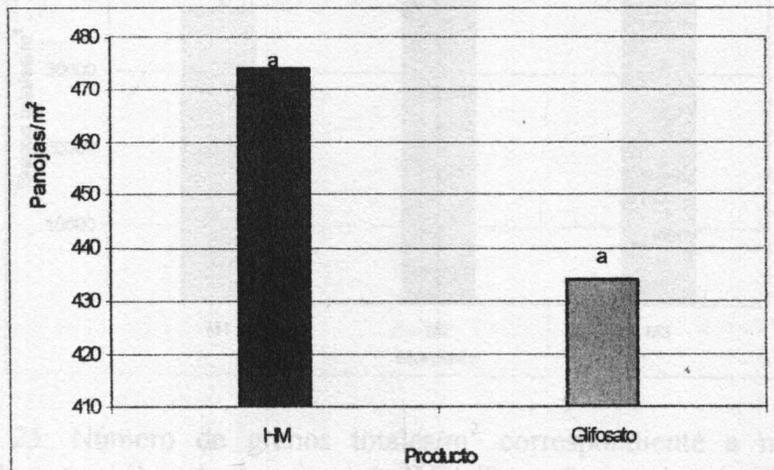


Figura N° 24: Panojas de arroz/m<sup>2</sup> de INIA Tacuarí por producto aplicado durante el llenado de granos. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

En la figura anterior se observa que los momentos 1 y 2 son diferentes entre sí, sin embargo el momento 3 no difiere de los anteriores. Esta misma tendencia se observa cuando se realizó el test de Tukey al 5 % no se detectaron diferencias significativas entre los productos aplicados. En la figura N° 24 se observa que existió una tendencia a que las parcelas donde se aplicó HM contaran con un mayor número de panojas/m<sup>2</sup>. Sin embargo al no encontrarse una correlación entre esta variable y rendimiento de arroz se pensaría que no es una fuente de variación que afectara directamente el rendimiento, aunque podría contribuir a éste por un aporte indirecto a través de los componentes del mismo.

#### 4.3.2.2 Granos totales por metro cuadrado

Para la variable en estudio, el análisis de varianza encontró solamente diferencias significativas entre momentos de aplicación al 5 % ( $P=0,0236$ ) y entre productos al 1 %.

Esta variable está constituida por el número de panojas/m<sup>2</sup> y el número de granos totales/panoja (tamaño de panoja). Estas dos variables quedan definidas antes de la aplicación de los tratamientos, por lo que éstos no pueden ser la causa de las diferencias encontradas entre los momentos de aplicación ni entre los productos.

En la figura N° 25 se presentan las diferencias detectadas entre las medias correspondientes a granos totales/m<sup>2</sup> de los distintos momentos de aplicación.

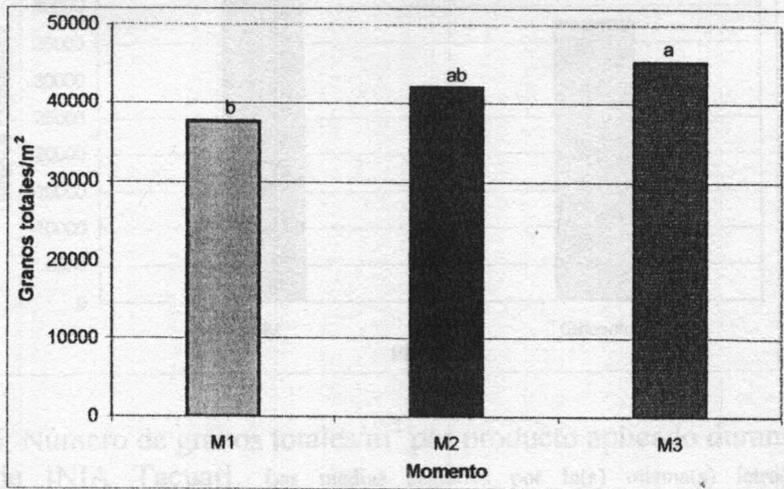


Figura N° 25: Número de granos totales/m<sup>2</sup> correspondiente a momentos de aplicación durante el llenado de granos de INIA Tacuarí. M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

En la figura anterior se observa que los momentos 1 y 3 son diferentes entre sí, sin embargo, el momento 2 no difiere de los anteriores. Esta misma tendencia se encontró en rendimiento y ambas variables se encuentran correlacionadas positivamente ( $r=0,30$ ;  $P=0,0324$ ;  $n=50$ ). Esta correlación estaría indicando que las diferencias encontradas en rendimiento entre los momentos de aplicación podrían deberse en parte a factores externos a la aplicación de los tratamientos.

En la figura N° 26 se presenta las diferencias detectadas entre productos para la variable considerada.

Producto	Granos totales/m <sup>2</sup>	Significación
Product 1	~37,000	b
Product 2	~42,000	ab
Product 3	~45,000	a

Al abrir las correlaciones por producto, se observa que existió una correlación entre el número de granos totales/m<sup>2</sup> y el número de parvas por estado productivo.

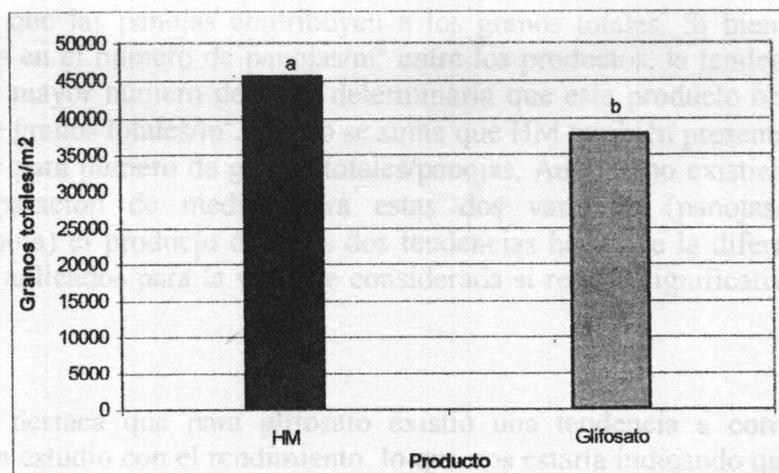


Figura N° 26: Número de granos totales/m<sup>2</sup> por producto aplicado durante el llenado de granos de INIA Tacuarí. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukcy al 5 %.

En la figura se observa que las parcelas tratadas con HM presentaron significativamente mayor número de granos totales/m<sup>2</sup> que aquellas tratadas con glifosato. Como ya se mencionó esta variable se encuentra definida antes de la aplicación de los tratamientos por lo que estas diferencias no podrían ser atribuidas a los productos aplicados. Al estudiar las correlaciones entre esta variable y el número de panojas/m<sup>2</sup> y el número de granos totales/panoja se encontró que para ambos productos estas variables estaban correlacionadas y esto podría explicar las diferencias observadas en los granos totales /m<sup>2</sup> en el promedio de los productos (ver cuadro N° 41 y cuadro N° 44).

A continuación se presentan las correlaciones más relevantes detectadas para esta variable por producto aplicado.

Cuadro N° 41: Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos totales/m<sup>2</sup> y algunas variables por producto.

Variable	HM		Glifosato	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Rendimiento*			0,38	0,0658
Panojas/m <sup>2</sup> **	0,47	0,0143	0,42	0,0362

\*Número de observaciones =24

\*\*Número de observaciones =25

Al abrir las correlaciones por producto, se observa que existió una correlación entre el número de granos totales/m<sup>2</sup> y el número de panojas para ambos productos

indicando que las panojas contribuyen a los granos totales. Si bien no existieron diferencias en el número de panojas/m<sup>2</sup> entre los productos, la tendencia a que HM presentara mayor número de éstas determinaría que este producto obtuviera mayor número de granos totales/m<sup>2</sup>. A esto se suma que HM también presentara las mismas tendencias para número de granos totales/panojas. Aunque no existieron diferencias en la separación de medias para estas dos variables (panojas/m<sup>2</sup> y granos totales/panoja) el producto de estas dos tendencias hace que la diferencia entre los productos aplicados para la variable considerada si resulte significativa para el Test de Tukey.

Se destaca que para glifosato existió una tendencia a correlacionarse la variable en estudio con el rendimiento, lo que nos estaría indicando que la reducción en el rendimiento observada en el figura N° 23 en parte estaría dada porque las parcelas tratadas con glifosato presentaban menor número total de granos/m<sup>2</sup>.

#### 4.3.2.3 Granos llenos por metro cuadrado

El ANAVA detectó solamente diferencias significativas para los momentos de aplicación y para los productos aplicados al 1 %.

Se presenta en la figura N° 27 las diferencias encontradas entre los momentos de aplicación para la variable considerada.

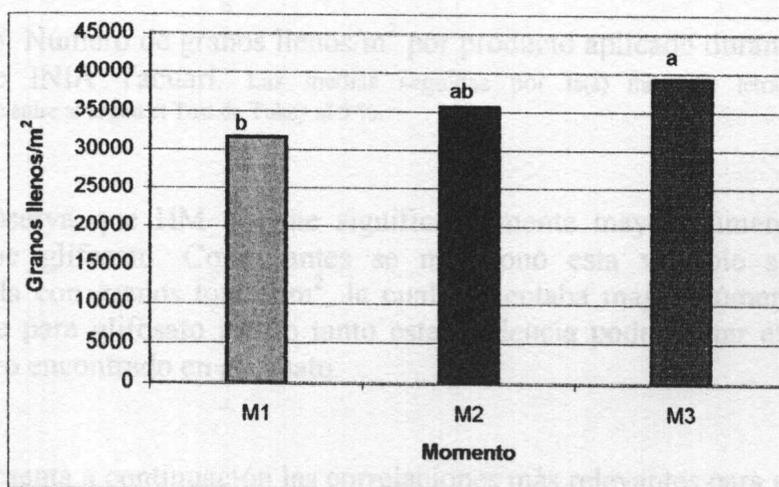


Figura N° 27: Número de granos llenos/m<sup>2</sup> correspondiente a los tres momentos de aplicación durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. M1=22,8; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por las misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre si según el Test de Tukey al 5 %.

Los momentos 1 y 3 son diferentes entre sí pero a su vez ninguno de éstos, por separado, difiere del momento 2. De esta forma, las aplicaciones más tempranas durante la etapa de llenado de granos tenderían a reducir el número de granos llenos/m<sup>2</sup>, lo que determinarían rendimientos más bajos. Esta misma tendencia fue encontrada para granos totales/m<sup>2</sup> y como ambas variables se encuentran correlacionadas ( $r = 0,97$ ;  $P < 0,0001$ ;  $n = 51$ ) las diferencias entre los momentos en parte estarían explicadas por los granos totales/m<sup>2</sup> que no serían afectados por los tratamientos.

A continuación en la figura N° 28 se muestran las diferencias encontradas para los granos llenos/m<sup>2</sup> entre los productos aplicados.

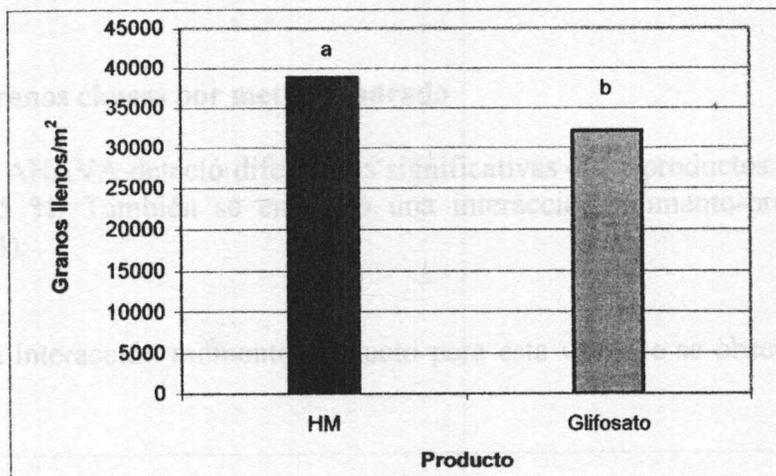


Figura N° 28: Número de granos llenos/m<sup>2</sup> por producto aplicado durante el llenado de grano de INIA Tacuarí. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

Se observa que HM obtiene significativamente mayor número de granos llenos/m<sup>2</sup> que glifosato. Como antes se mencionó esta variable se encuentra correlacionada con granos totales/m<sup>2</sup>, la cual presentaba mayor número de granos para HM que para glifosato por lo tanto esta tendencia podría estar explicando el menor número encontrado en glifosato.

Se presenta a continuación las correlaciones más relevantes para número de granos llenos.

Cuadro N° 42: Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos llenos/m<sup>2</sup> y algunas variables por producto.

Variable	HM		Glifosato	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Rendimiento*			0,45	0.0258
Panojas/m <sup>2</sup> **	0,46	0.0167		
Granos totales/m <sup>2</sup> **	0,96	≤.0001	0,96	≤.0001

\*número de observaciones =24

\*\*número de observaciones =25

En el cuadro anterior se destaca que esta variable si bien esta correlacionada con las panojas/m<sup>2</sup> no se encontró correlacionada con el rendimiento en HM, en cambio, existió una correlación con el rendimiento de arroz para glifosato.

#### 4.3.2.4 Granos chusos por metro cuadrado

El ANAVA detectó diferencias significativas entre productos al 10 % y entre dosis al 5 %. También se encontró una interacción momento-producto al 5 % (P=0,0114).

La interacción momento-producto para esta variable se observa en la figura N° 29.

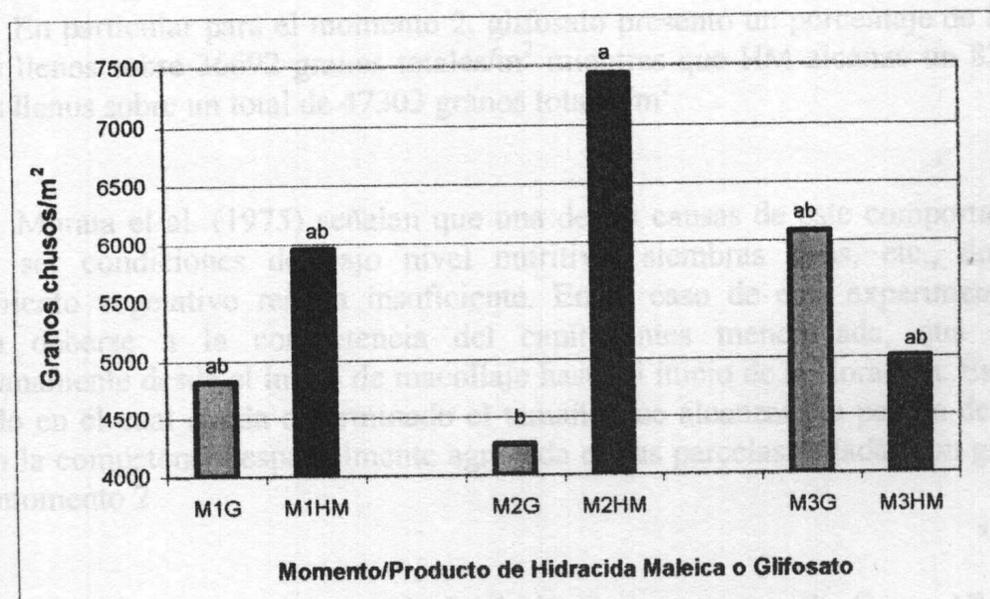


Figura N° 29: Número de granos chusos/m<sup>2</sup> correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de granos de INIA Tacuarí. G= glifosato M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

En la gráfica anterior se aprecia que el Test de Tukey no detectó diferencias significativas dentro de los productos a través de los momentos de aplicación. En dos de los tres momentos de aplicación, HM tendió a dejar mayor cantidad de granos chusos/m<sup>2</sup> que glifosato, lo cual no coincide con los resultados encontrados por Saldain & Deambrosi (1998) y Cantou & Molina (2001) ya que en los mismos se encontró que glifosato produjo mayor cantidad de granos chusos/m<sup>2</sup>. Además en esos trabajos, éstos disminuyen cuando las aplicaciones se realizan en etapas más avanzadas del llenado de los granos.

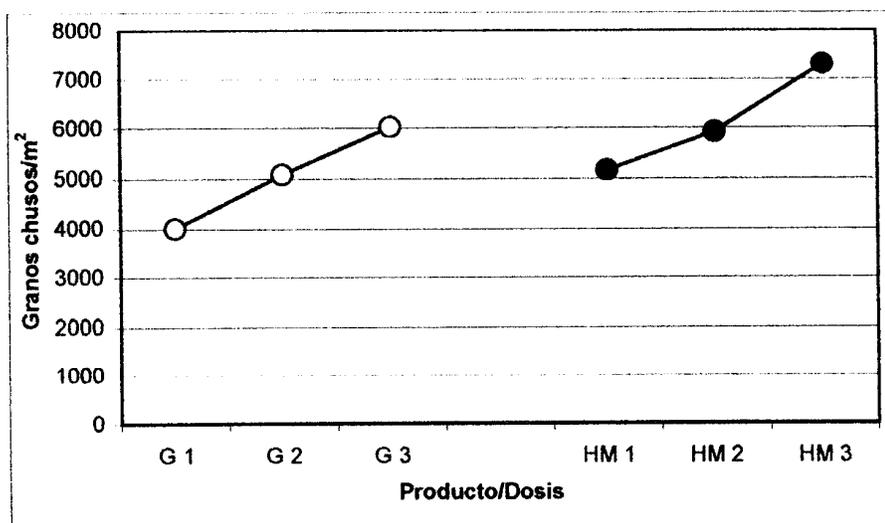
Se destaca el hecho de que en el momento 2 HM fuera significativamente superior en granos chusos/m<sup>2</sup> que glifosato. Además de esto, glifosato obtuvo un muy bajo valor para esta variable que equivale a 11,6% de granos chusos, siendo que Blanco (com. pers., 2002) encontró 21 % para INIA Tacuarí en un promedio de tres años.

Según Murata et al. (1975) cuando el porcentaje de granos maduros (llenos) supera el 85 % de los granos totales, el cultivo presenta una restricción en la capacidad de rendimiento. En promedio para este ensayo se obtuvieron 41704 granos totales/m<sup>2</sup>, siendo que lo esperado para INIA Tacuarí sería del orden de 73863 granos totales/m<sup>2</sup> que surgen de realizar el producto entre 539 panojas/m<sup>2</sup> y 137 granos totales/panoja (Blanco com. pers., 2002).

En particular para el momento 2, glifosato presentó un porcentaje de 87,4 de granos llenos sobre 36692 granos totales/m<sup>2</sup> mientras que HM alcanzó un 82 % de granos llenos sobre un total de 47303 granos totales/m<sup>2</sup>.

Murata et al. (1975) señalan que una de las causas de este comportamiento puede ser condiciones de bajo nivel nutritivo, siembras ralas, etc., donde el crecimiento vegetativo resulta insuficiente. En el caso de este experimento esto podría deberse a la competencia del capín antes mencionada, que ocurrió tempranamente desde el inicio de macollaje hasta el inicio de la floración. Éste es el período en el cual queda determinado el tamaño que alcanzara la panoja del arroz, siendo la competencia especialmente agravada en las parcelas tratadas con glifosato en el momento 2.

Para visualizar el efecto de la dosis, se presenta en la figura N° 30 los resultados de los granos chusos/m<sup>2</sup> abiertos por producto relativos a la dosis.



*Figura N° 30:* Número de granos chusos/m<sup>2</sup> correspondiente a la interacción entre los productos aplicados y sus dosis durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. G= glifosato. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,4 kg i.a./ha de glifosato.

Se ajustó para HM un modelo lineal entre la dosis de este producto y los granos chusos/m<sup>2</sup>, detallándose el mismo en el cuadro N° 43.

*Cuadro N° 43:* Coeficientes del modelo estimado entre dosis de HM y granos chusos/m<sup>2</sup>.

	N	P	R <sup>2</sup>	Modelo	Bo	B1
HM	26	0,026	0,19	lineal	111,32	2497

En el rango de dosis de 1,96 a 2,94 kg i.a./ha de HM se esperaría un aumento de 2497 granos chusos/m<sup>2</sup>, por cada aumento en la dosis de 1 kg i.a./ha. Se debe hacer mención que de todos los trabajos realizados en el tema, ésta es la primera vez que se logro ajustar un modelo para las dosis de HM.

Por lo expuesto anteriormente referente a la competencia con la maleza, no se presentarán correlaciones de los granos chusos/m<sup>2</sup> con otras variables.

#### 4.3.2.5 Granos semillenos por metro cuadrado

El análisis de varianza solo detectó una interacción significativa momento-producto al 5 % ( $P=0,0239$ ).

La interacción encontrada entre momento-producto para esta variable se puede observar en la figura N° 31.

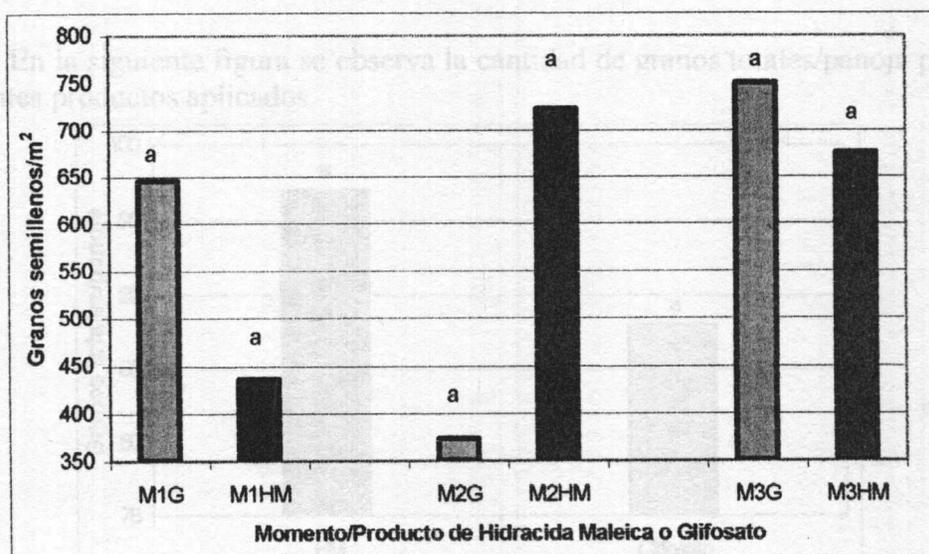


Figura N° 31: Número de granos semillenos/m<sup>2</sup> correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de granos de INIA Tacuarí. M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

Cuando se realizó la separación de medias utilizando el Test de Tukey no se encontraron diferencias significativas entre las medias. A pesar de esto en la figura anterior se observa que para los momentos 1 y 3 glifosato tiende a producir mayor cantidad de granos semillenos/m<sup>2</sup> que HM, mientras que en el momento 2 es HM la que deja mayor cantidad de granos semillenos/m<sup>2</sup>.

Por las mismas razones mencionadas para granos chusos/m<sup>2</sup> no se incluirán las correlaciones para esta variable.

#### 4.3.2.6 Granos totales por panoja

Para esta variable el ANAVA detectó diferencias significativas solo entre productos al 10 % ( $P=0.0596$ ).

El número de granos totales de la panoja se define durante el período que va desde 32 a 5 días antes del inicio de la emergencia de la panoja (Murata et al., 1975), por lo que las diferencias encontradas no pueden ser atribuidas a los tratamientos ya que estos fueron aplicados durante el llenado de los granos.

En la siguiente figura se observa la cantidad de granos totales/panoja para los diferentes productos aplicados.

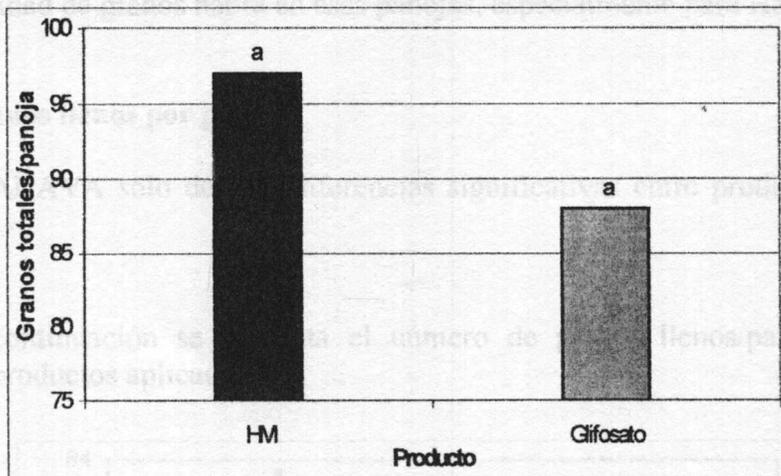


Figura N° 32: Número de granos totales por panojas por producto aplicado durante el llenado de granos de INIA Tacuarí. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

Cuando se realizó la separación de medias con el Test de Tukey no se detectaron diferencias significativas, pero se observó que HM tendió a presentar panojas más grandes que glifosato.

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las correlaciones detectadas con esta variable por producto.

Cuadro N° 44: Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos totales/panoja y algunas variables por producto.

Variable	HM *		Glifosato **	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Panojas/m <sup>2</sup>	-0,41	0.0373	-0,35	0.0839
Granos totales/m <sup>2</sup>	0,59	0.0014	0,38	0.0658
Granos llenos/m <sup>2</sup>	0,58	0.0021	0,45	0.0258

\* número de observaciones =26

\*\* número de observaciones =25

Al observar el cuadro N° 44, se aprecia que existen para ambos productos una correlación entre los granos totales/panoja y las panojas/m<sup>2</sup>, siendo más importante para HM que para glifosato. La misma muestra que a mayor cantidad de panojas/m<sup>2</sup> menor cantidad de granos habrá en esas panojas, especialmente para HM.

#### 4.3.2.7 Granos llenos por panoja

El ANAVA solo detectó diferencias significativas entre productos al 10 % (P=0,0655).

A continuación se presenta el número de granos llenos/panoja para los diferentes productos aplicados.

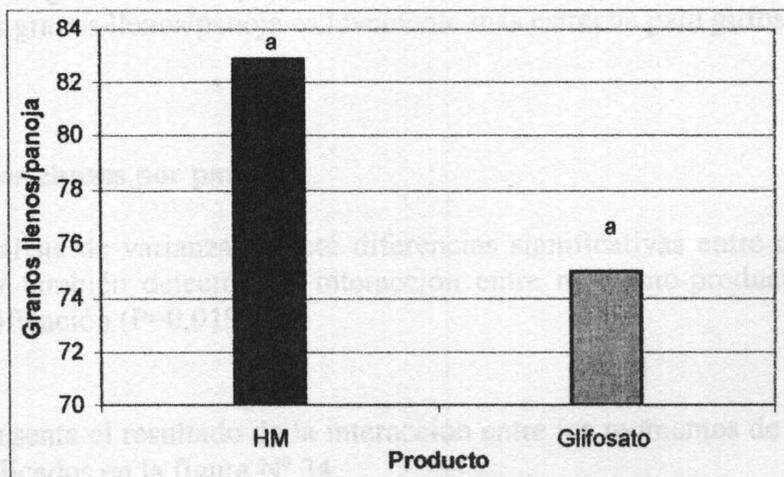


Figura N° 33: Número de granos llenos por panoja por producto aplicado durante el llenado de granos de INIA Tacuarí. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

Cuando se realizó el Test de Tukey no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, se observó que existió una tendencia a que glifosato obtuviera menor número de granos llenos/panoja que HM.

A continuación se presentan las correlaciones más relevantes encontradas para cada producto.

*Cuadro N° 45:* Coeficientes de correlación lineal, simple entre granos llenos/panoja y algunas variables por producto.

Variable	HM**		Glifosato***	
	CoeF. r	Prob.	CoeF. R	Prob.
Panojas/m <sup>2</sup>	-0,38	0,0581	-0,43	0,0329
Granos totales/m <sup>2</sup>	0,57	0,0026	0,60	0,0016
Granos llenos/m <sup>2</sup>	0,63	0,0005	0,70	0,0001
Granos totales/panoja	0,96	0,0001	0,97	0,0001

\* número de observaciones =26

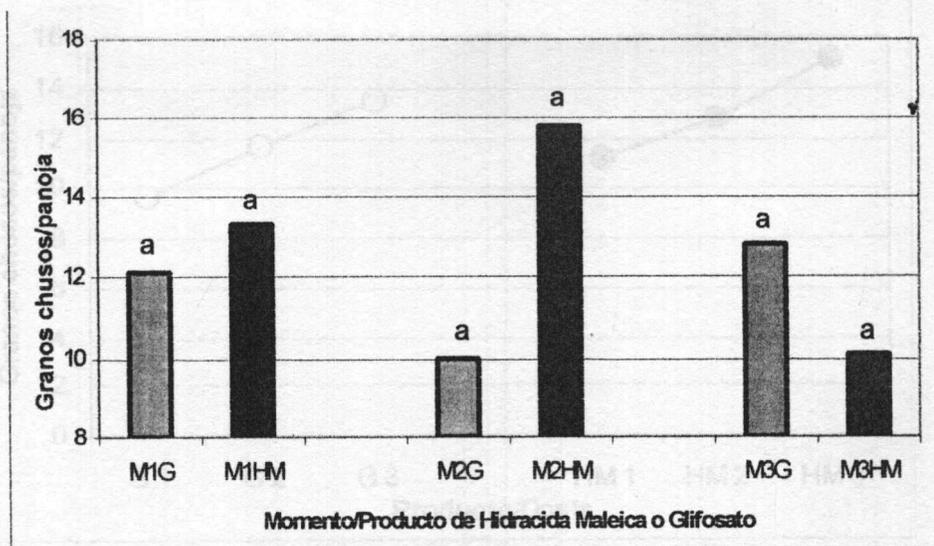
\*\* número de observaciones =25

En el cuadro se observa que la variable granos llenos/panoja se encuentra correlacionada negativamente con panojas/m<sup>2</sup> para ambos productos, al igual de lo que sucedía con granos totales/panoja (ver cuadro N° 44) pero a diferencia de ésta la relación entre granos llenos/panoja es levemente más estrecha para glifosato que para HM.

#### 4.3.2.8 Granos chusos por panoja

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre dosis al 5 % (P=0,0397) y también detectó una interacción entre momento-producto al mismo nivel de significación (P=0,0198).

Se presenta el resultado de la interacción entre los momentos de aplicación y productos aplicados en la figura N° 34.



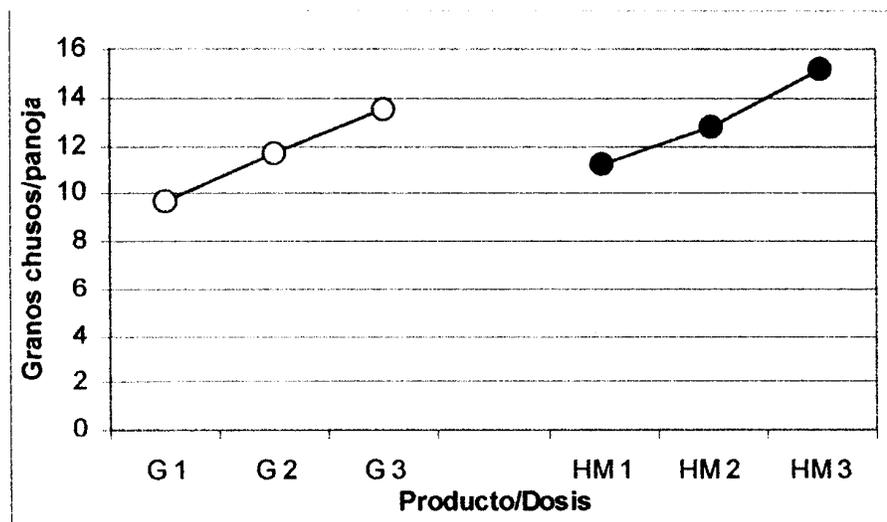
*Figura N° 34:* Número de granos chusos por panoja correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de grano de INIA Tacuarí. G= glifosato, HM= hidracida maleica M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

La separación de medias realizada a través del Test de Tukey no detectó diferencias significativas, pero se observa que HM dejó mayor cantidad de granos chusos por panoja que glifosato en los momentos 1 y 2, en cambio, en el momento 3 es glifosato el que indujo mayor cantidad de granos chusos/panoja. Estas mismas tendencias fueron observadas para granos chusos/m<sup>2</sup>.

En la figura N° 35 se presenta la diferencia entre las dosis separadas por producto aplicado.

En el rango de dosis (de 0,96 a 7,94 kg/ha de HM) se observó un aumento de 4 granos chusos/panoja por cada aumento en la dosis de 1 kg/ha. Se trata de una relación que en todos los trabajos mencionados anteriormente de Saldaña & Diambrosi y Canoni & Molina, para esta variable esta es la primera vez que se ajustó un modelo para de respuesta a la dosis de HM, generalmente esta no presentó respuesta.

Por las mismas razones expuestas en la variable granos chusos/m<sup>2</sup> no se presentaron correlaciones para esta variable.



*Figura N° 35:* Número de granos chusos por panoja según dosis aplicada separadas por producto. G= glifosato. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,4 kg i.a. de glifosato.

En la figura se observa que en ambos productos existió una tendencia a aumentar el número de granos chusos/panoja con el aumento de la dosis. Sin embargo, solo para HM se logró ajustar un modelo, el cual se presenta en el cuadro N° 46.

*Cuadro N° 46:* Coeficientes del modelo estimado entre dosis para granos chusos por panoja para HM.

	N	P	R <sup>2</sup>	Modelo	B0	B1
HM	26	0,0496	0,15	lineal	1,99	4,59

En el rango de dosis de 1,96 a 2,94 kg i.a./ha de HM se esperaría un aumento de 4 granos chusos/panoja por cada aumento en la dosis de 1 kg i.a./ha. Se hace mención que en todos los trabajos mencionados anteriormente de Saldain & Deambrosi y Cantou & Molina, para esta variable ésta es la primera vez que se ajustó un modelo para de respuesta a la dosis de HM, generalmente ésta no presentó respuesta.

Por las mismas razones expuestas en la variable granos chusos/m<sup>2</sup> no se presentaran correlaciones para esta variable.

#### 4.3.2.9 Granos semillenos por panoja

El ANAVA solo encontró una interacción entre momento-producto al 5 % ( $P=0,0249$ ).

En la figura N° 36 se presenta la interacción momento-producto para la variable considerada.

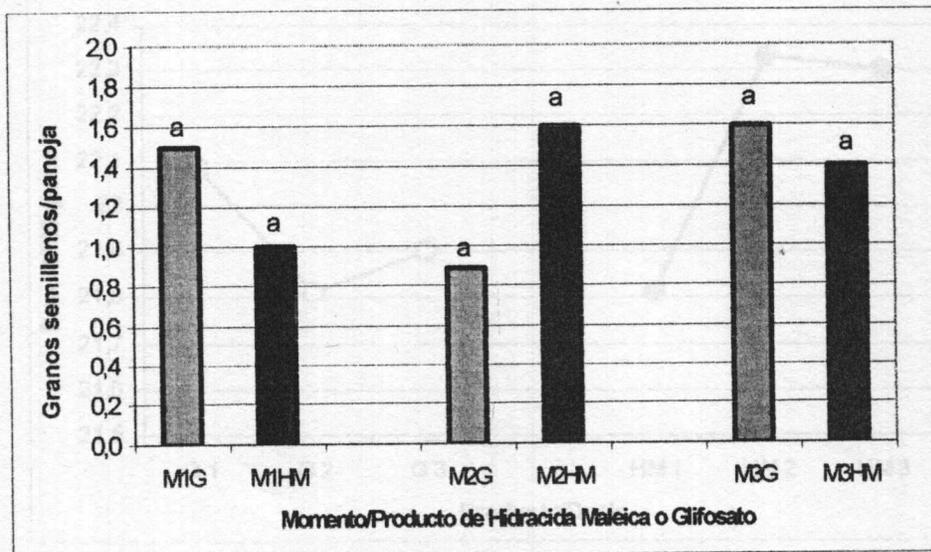


Figura N° 36: Número de granos semillenos por panoja correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. G= glifosato, HM= hidracida maleica M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

Si bien al realizar el Test de Tukey las medias no difieren significativamente entre sí, en la figura anterior se observa que la interacción está dada porque en el momento 1 y 3 el glifosato tiende a presentar más granos semillenos/panoja que HM, sin embargo, en el momento 2 es HM la que obtiene mayor cantidad de granos semillenos/panoja.

Las correlaciones encontradas para esta variable no serán presentadas por las razones ya mencionadas.

#### 4.3.2.10 Peso de 1000 granos

Para esta variable el análisis de varianza solo detectó una interacción producto-dosis al 5 %.

En la figura N° 37 se presenta la interacción producto-dosis detectada para la variable bajo estudio.

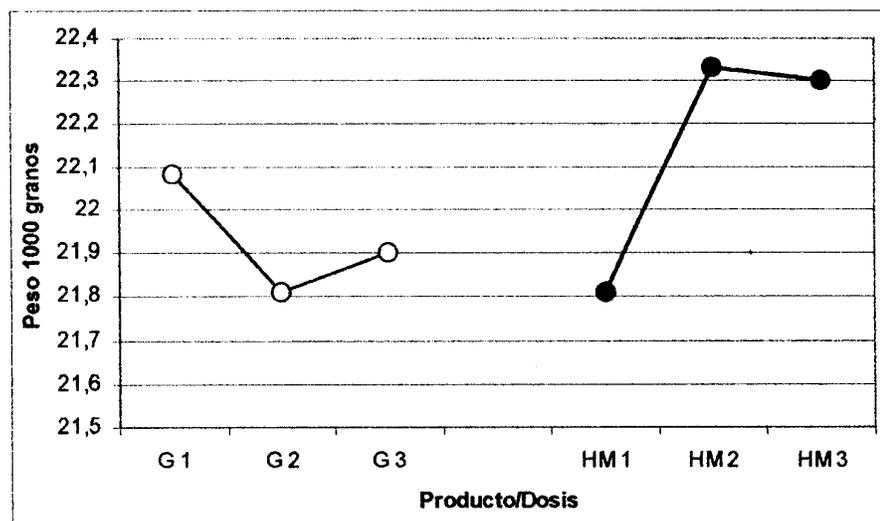


Figura N° 37: Peso de 1000 granos correspondiente a la interacción entre los productos aplicados y sus dosis durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. G= glifosato. HM= hidracida maleica M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes.

Cuando se realizó la separación de medias utilizando el Test de Tukey al 5 % ninguna media fue significativamente diferente ni se pudo ajustar ningún modelo a las dosis evaluadas de cada producto. Sin embargo, en la figura anterior se observa que para glifosato el peso de 1000 granos tendió a disminuir con el aumento de la dosis mientras que para HM ocurrió lo contrario.

A continuación se presentan las correlaciones más relevantes para ambos productos.

*Cuadro N° 47:* Coeficientes de correlación lineal, simple entre peso 1000 granos y algunas variables por producto aplicado.

Variable	HM		Glifosato	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Rendimiento*			0,57	0.0037
Panojas/m <sup>2</sup> ***	-0,40	0.0425		
Granos chusos/panoja**			-0,41	0.0401

\* número de observaciones =24

\*\* número de observaciones =25

\*\*\* número de observaciones =26

Para glifosato se aprecia que el peso de los 1000 granos se asoció positivamente con el rendimiento de arroz, mientras que HM no mostró lo mismo.

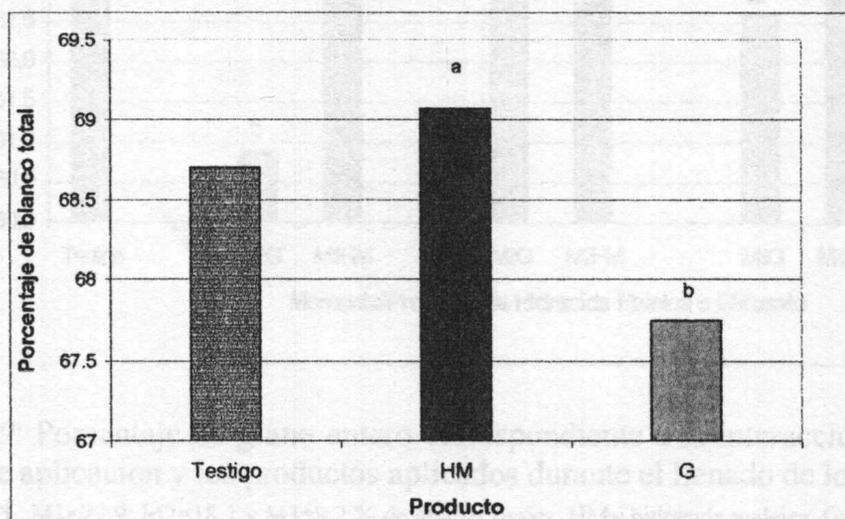
#### 4.4 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA CALIDAD INDUSTRIAL (Experimento N° 2)

Se decidió incluir al testigo sin aplicación como referencia dado que presenta una variación razonable.

##### 4.4.1 Porcentaje de blanco total (BT)

Para esta variable el análisis de varianza detectó solamente una diferencia significativa entre productos al 5 % ( $P=0,015$ ).

En la figura N° 38 se presenta el porcentaje de blanco total por producto aplicado durante el llenado de grano de INIA Tacuarí.



*Figura N°38:* Porcentaje de blanco total por producto aplicado durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. HM= hidracida malcica, G= glifosato. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %.

En la figura se puede observar que HM obtiene un porcentaje de blanco total (granos enteros y quebrados) superior significativamente con respecto a glifosato, pero no alcanza el valor de la base de comercialización (70% de BT). Los valores que están por debajo de la base de comercialización reciben castigos por calidad en la industria afectando el precio que recibe el productor. Cabe señalar que el testigo para este ensayo tampoco alcanza el nivel base de comercialización.

#### 4.4.2 Porcentaje de granos enteros

El resultado del análisis de varianza detectó diferencias significativas entre productos al 1%. Se encontraron interacciones significativas entre momento-producto al 5 % y entre momento-dosis al 10 % ( $P=0,0745$ ).

Los efectos sobre el porcentaje de granos enteros correspondientes a la interacción momento-producto se presentan en la figura N° 39.

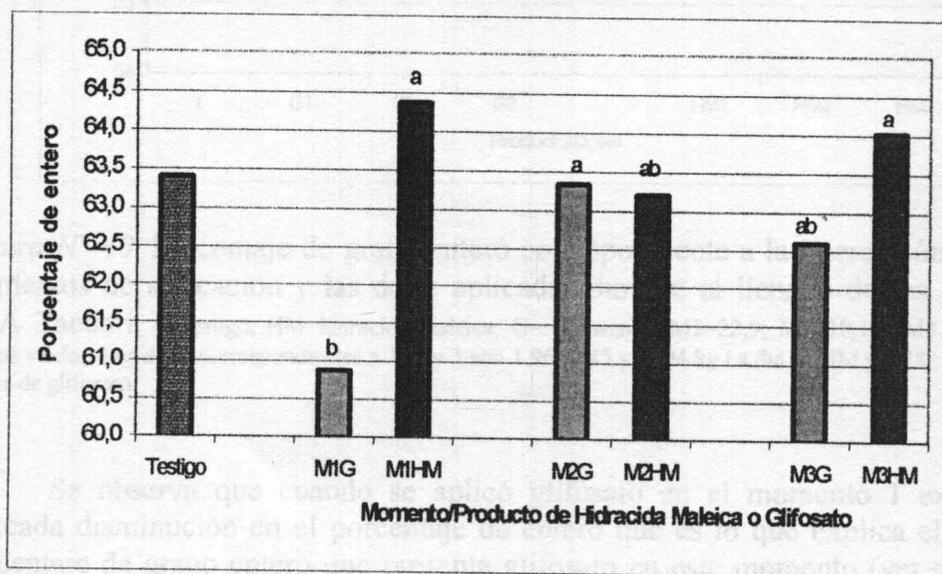


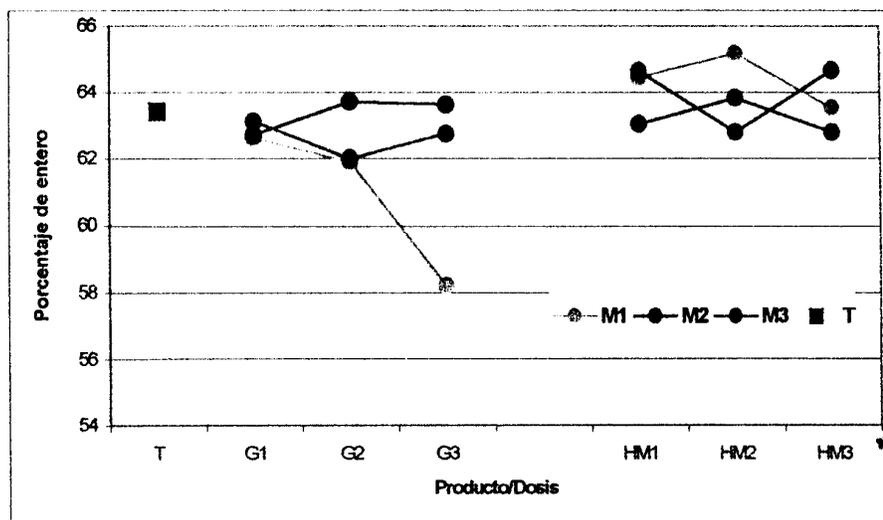
Figura N° 39: Porcentaje de grano entero correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. M1=22,9; M2=18,1 y M3=9,2 % de granos verdes. HM= hidracida maleica, G= glifosato. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difiere(n) significativamente entre sí según Test de Tukey al 5 %.

Al realizar la separación de medias, se detectó únicamente diferencias significativas entre HM y glifosato aplicados en el momento 1, explicando la interacción. El menor valor para glifosato en el momento 1 podría deberse a su efecto desecante el cual provocaría una rápida disminución en la humedad del grano. Todos los valores observados se encontraron por encima de la base de comercialización (58 % de granos enteros).

Se presentan en la figura N° 40 la interacción entre momento-dosis detectada para la variable considerada.

Granos llenados			0,72	0,0097		
Granos llenados pasados			0,69	0,0003		
Blanco total	0,33	0,0002	0,83	0,0039	0,77	0,0158

\* número de observaciones = 9



*Figura N° 40:* Porcentaje de grano entero correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y las dosis aplicadas durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. T=testigo, HM=hidracida maleica, G= glifosato. M1=22,9; M2=18,1 y M3 =9,22 % de granos verdes. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,4 kg i.a./ha de glifosato.

Se observa que cuando se aplicó glifosato en el momento 1 existió una marcada disminución en el porcentaje de entero que es lo que explica el reducido porcentaje de grano entero que presenta glifosato en este momento (ver gráfica N° 39), en cambio, en general cuando se aplicó HM, se aprecia que tiende a presentar valores más altos aunque es algo variable la respuesta.

Como se encontró una interacción significativa momento-producto, en los cuadros N° 48 y N° 49 se presentan las correlaciones encontradas para esta variable para cada producto abierta por momento de aplicación.

*Cuadro N° 48:* Coeficientes de correlación lineal, simple entre porcentaje de entero y algunas variables por momento de aplicación para HM.

Variable	HM					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Granos llenos/m <sup>2</sup>			0,72	0,0292		
Granos llenos/panoja			0,69	0,0408		
Blanco total	0,93	0,0002	0,85	0,0039	0,77	0,0158

\*número de observaciones =9

La variable en estudio para los tres momentos esta asociada positivamente con el porcentaje de blanco, aunque esta asociación disminuye desde el momento 1 al 3. Se destaca que la asociación con los granos llenos/m<sup>2</sup> y los granos llenos/panoja solo ocurrió en el momento 2 y no se presentó en los otros momentos de aplicación.

*Cuadro N° 49:* Coeficientes de correlación lineal, simple entre porcentaje de entero y algunas variables por momento de aplicación para glifosato.

Variable	Glifosato					
	Momento 1		Momento 2		Momento 3	
	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.	Coef. r	Prob.
Granos chusos/m <sup>2</sup>	-0,82	0,0241				
Granos totales/panoja			-0,67	0,0468		
Granos llenos/panoja			-0,69	0,039		
Granos chusos/panoja	-0,75	0,0527				
Blanco total	0,97	<,0001	0,90	0,0011	0,85	0,0034

\*número de observaciones =9

Las asociaciones con blanco total son mayores para glifosato que para HM en los 3 momentos de aplicación, disminuyendo también con el atraso de las aplicaciones. En el momento 1 las correlaciones encontradas con granos chusos/m<sup>2</sup> y granos chusos/panoja estaría explicando la disminución hallada para esta variable con la dosis más alta ya que fue donde se encontró los mayores diferencias para estas dos variables.

#### 4.4.3 Yeso

Se encontró solamente una diferencia significativa al 10 % (P=0,0683) para la interacción momento-producto, presentándose la misma en la figura N° 41.

Cuadro N° 50: Coeficientes de correlación parcial, simple entre yeso/BT y algunas variables por producción.

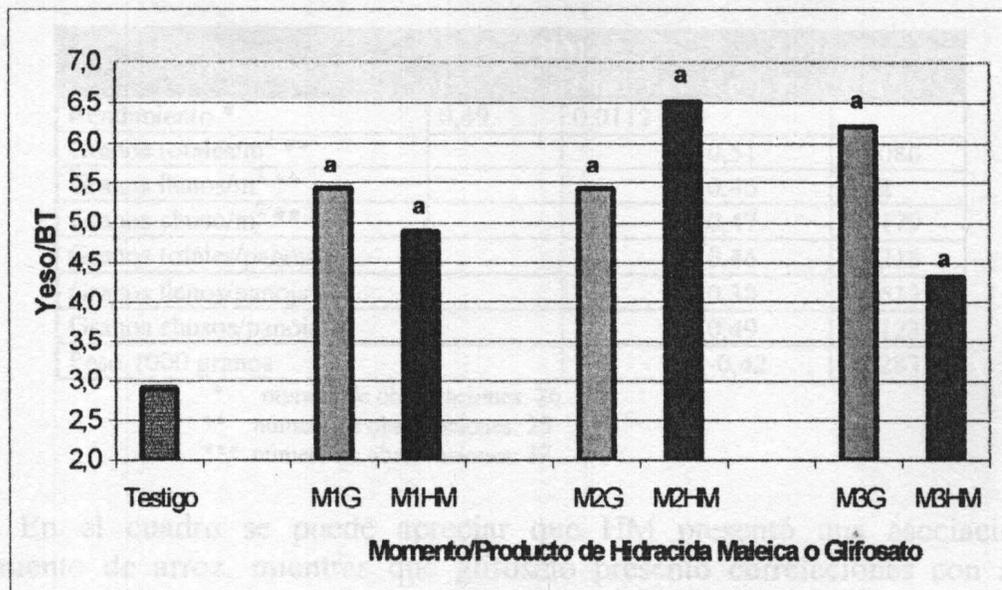


Figura N° 41: Yeso/BT correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí sobre. HM=hidracida malca, G=glifosato M1=22,9; M2=18,1 y M =9,2 % de granos vcrdc. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %

Cuando se realizó la separación de medias utilizando el Test de Tukey no se encontraron diferencias significativas. Si bien en la gráfica se observa una tendencia a que en el momento 2 HM mostrara niveles de yeso superiores a glifosato, mientras que para los momentos 1 y 3 glifosato tendió a ser superior. Tanto HM en el momento 2 como glifosato en el momento 3 presentaron valores superiores al 6 %, que es el nivel base que determina castigos por parte de la industria.

En el cuadro N° 50 se presentan las correlaciones encontradas para la variable yeso para cada producto.

Cuadro N° 50: Coeficientes de correlación lineal, simple entre yeso/BT y algunas variables por producto.

variable	HM		Glifosato	
	Coef. r	Coef. r	Coef. r	Coef. r
Rendimiento *	0,49	0,0112		
Granos totales/m <sup>2</sup> **			0,51	0,0086
Granos llenos/m <sup>2</sup> **			0,46	0,02
Granos chuso/m <sup>2</sup> **			0,47	0,0179
Granos totales/panojas			0,46	0,0216
Granos llenos/panojas			0,38	0,0613
Granos chusos/panojas			0,49	0,0123
Peso 1000 granos			-0,42	0,0283

\* número de observaciones: 26

\*\* número de observaciones: 25

\*\*\* número de observaciones: 27

En el cuadro se puede apreciar que HM presentó una asociación con rendimiento de arroz, mientras que glifosato presentó correlaciones con algunos componentes del rendimiento pero no directamente con éste.

#### **4.4.4 Yeso en la fracción entero**

No se encontraron diferencias significativas entre los factores estudiados y tampoco en sus respectivas interacciones.

#### **4.4.5 Yeso en la fracción quebrado**

El ANAVA detectó diferencias significativas entre momentos de aplicación y entre dosis al 10 % (P=0,0734; P=0,051, respectivamente) y entre productos al 1 %. Se detectó una interacción momento-producto al 10 % (P=0,06).

A continuación se presentan las medias correspondientes a yeso en el quebrado según de los productos aplicados y su significación estadística.

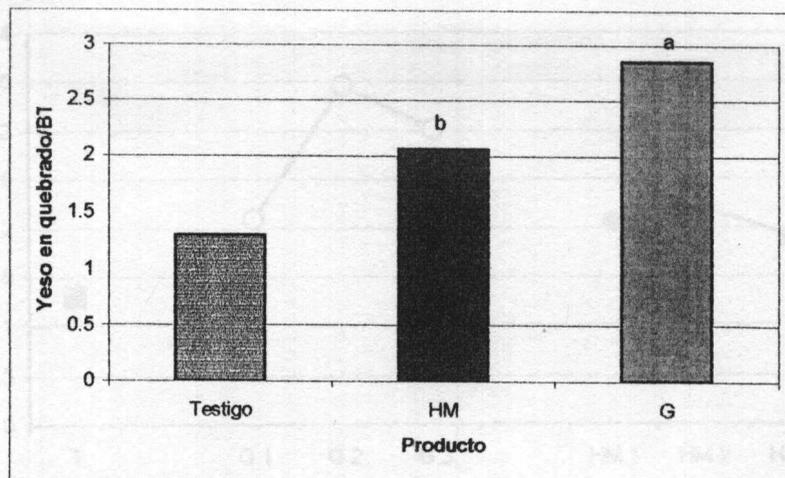


Figura N° 42: Yeso en el quebrado/BT por producto aplicado durante el llevado de los granos de INIA Tacuarí. HM= hidracida maleica, G=glifosato. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %

En la figura se observa que glifosato presentó significativamente mayor porcentaje de yeso en la fracción quebrado que HM, siendo ambos superiores al testigo.

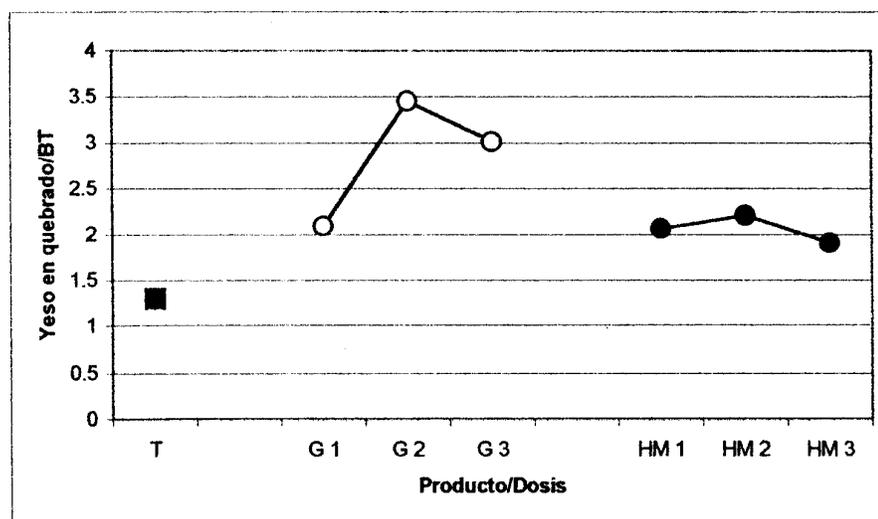
En la gráfica N° 43 se presenta la respuesta a la dosis abiertas por producto para el yeso en el quebrado.

Sin embargo, no detectó el ajuste de un modelo lineal en el momento I para glifosato, siendo la relación encontrada entre dosis de glifosato y porcentaje de yeso en la fracción quebrado presentada en el cuadro N° 51.

Cuadro N° 51: Coeficientes del modelo estimado entre dosis y porcentaje de yeso en la fracción quebrado.

Q	MI	1.9	0.0007	0.83	lineal	1.03	1.48
G=glifosato; MI= 1% de parámetro del modelo estimado							

En el rango de dosis de 0,48 a 2,4 kg ha/ha de glifosato en el momento I se esperaría un aumento de 1,48 puntos porcentuales en el porcentaje de yeso en la fracción quebrado por cada kg ha/ha de aumento en la dosis.



*Figura N° 43:* Yeso en el quebrado/BT correspondiente a la interacción entre los productos aplicados y sus dosis durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. T= testigo, G=glifosato, HM=hidracida maleica. Las dosis correspondientes a 1, 2 y 3 son: 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM y 0,48; 1,44 y 2,40 kg i.a./ha de glifosato.

En la figura anterior se observa que glifosato presentó una tendencia a aumentar el yeso en esta fracción mientras que HM no mostró dicha tendencia, no ajustándose ningún modelo para los productos.

Sin embargo, se detectó el ajuste de un modelo lineal en el momento 1 para glifosato, siendo la relación encontrada entre dosis de glifosato y porcentaje de yeso en la fracción quebrado presentada en el cuadro N° 51.

*Cuadro N° 51:* Coeficientes del modelo estimado entre dosis y porcentaje de yeso en la fracción quebrado.

	N	P	R	Modelo	$\beta_0$	$\beta_1$
G M1	9	0,0007	0,83	lineal	1,03	1,48

G=glifosato. M1=18 % de panojas en estado doblando

En el rango de dosis de 0,48 a 2,4 kg i.a./ha de glifosato en el momento 1 se esperaría un aumento de 1,48 puntos porcentuales en el porcentaje de yeso en la fracción quebrado por cada kg i.a./ha de aumento en la dosis.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la interacción momento-producto detectada para el yeso en la fracción quebrado (figura N° 44).

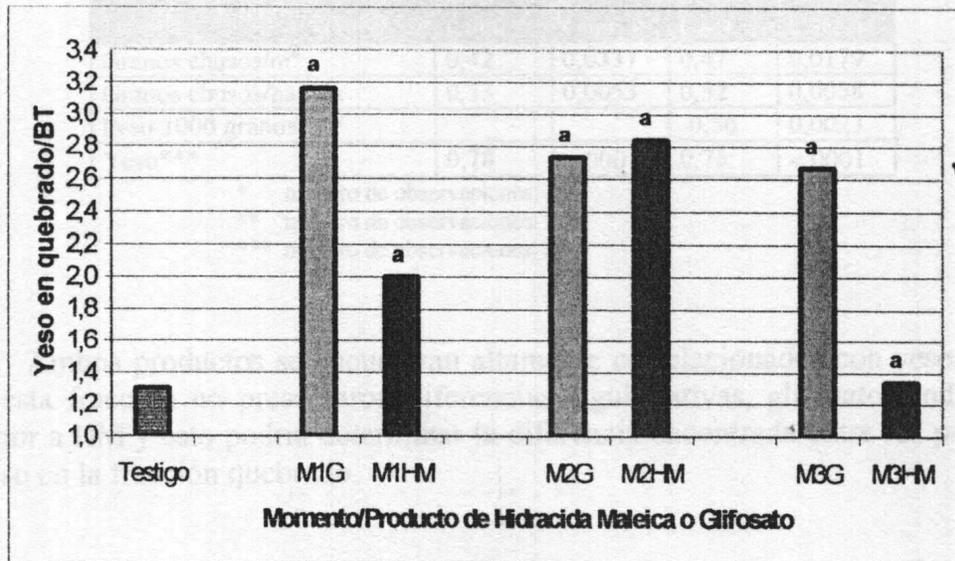


Figura N° 44: Yeso en el quebrado/BT correspondiente a la interacción entre los momentos de aplicación y los productos aplicados durante el llenado de los granos de INIA Tacuarí. HM=hidracida maleica, G=glifosato M1=22,9; M2=18,1 y M =9,2 % de granos verdes. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente entre sí según el Test de Tukey al 5 %

Al separar las medias utilizando el Test de Tukey no se encontraron diferencias entre éstas. Si bien en la figura se observa una tendencia a que glifosato obtuvo mayores valores de yeso en la fracción quebrado que HM para los momentos 1 y 3, en el momento 2 ambos productos resultaron similares. Estas mismas tendencias fueron encontradas en yeso existiendo una correlación altamente significativamente entre ambas variables ( $r=0,75$ ;  $P=<,0001$ ;  $n=54$ ).

En el siguiente cuadro se presenta las correlaciones encontradas para esta variable por producto.

*Cuadro N° 52:* Coeficientes de correlación lineal, simple entre yeso en la fracción quebrado y algunas variables por producto.

Variable	HM *		Glifosato **	
	Coef. r	Coef. r	Coef. r	Coef. r
Granos chusos/m <sup>2</sup>	0,42	0,0337	0,47	0,0179
Granos chusos/panoja	0,53	0,0053	0,52	0,0058
Peso 1000 granos ***			-0,56	0,0023
Yeso***	0,78	<,0001	0,75	<,0001

\* número de observaciones: 26

\*\* número de observaciones: 25

\*\*\* número de observaciones: 27

Ambos productos se encuentran altamente correlacionados con yeso, si bien para esta fracción no presentaron diferencias significativas, glifosato tendió a ser superior a HM y esto podría determinar la diferencia encontrada entre los productos en yeso en la fracción quebrado.

## **5 CONCLUSIONES**

### **5.1 SUPRESION DE LA SEMILLAZON DEL ARROZ ROJO (Experimento N° 1)**

A medida que se atrasaron las aplicaciones de los tratamientos a partir del momento 1 (panojas de arroz rojo en estados más susceptibles), la eficiencia<sup>a</sup> en el control de la semillazón del arroz rojo disminuyó.

El mayor control de la semillazón del arroz rojo se encontró en el momento 1 para las dosis de 1,44 y 2,4 kg i.a./ha de glifosato y las dosis de 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM alcanzando niveles de control de al menos 90 %.

En el momento 2, los tratamientos de 2,4 kg i.a./ha de glifosato y las tres dosis de HM superaron el nivel de 80% de control de la semillazón sin que ninguno alcanzaran el 90%; mientras que en el momento 3, las dosis de 2,4 kg i.a./ha de glifosato y las dosis de 2,45 y 2,94 kg i.a./ha de HM superaron el 70% de control.

HM no presentó respuesta al aumento de la dosis en el control de la semillazón del arroz rojo para los momentos 1 y 2, existiendo solamente una respuesta cuadrática en el momento 3; sin embargo, glifosato mostró una respuesta cuadrática al aumento de las dosis en los momentos 1 y 2, determinándose una tendencia no significativa en el control para el momento 3.

HM actúa principalmente sobre la viabilidad de las semillas debido a que la disminución en el control de la semillazón a través de los momentos de aplicación, está dada en mayor medida por la disminución en el número de semillas chusas.

Glifosato promovió primariamente la proporción de las semillas chusas en los momentos 1 y 2; mientras que la viabilidad de las semillas disminuye con el aumento de las dosis de glifosato en el momento de aplicación 3.

Se logró un menor control de la semillazón del ARN comparado con el ARP en los momentos 1 y 2 debido a que el biotipo ARN era más precoz que el biotipo ARP, lo determinó que estuviera más avanzado en el desarrollo al momento de las aplicaciones.

## 5.2 RENDIMIENTO Y CALIDAD INDUSTRIAL DE INIA TACUARI (Experimento N° 2)

Los productos asperjados durante el llenado del grano en INIA Tacuarí redujeron el rendimiento de arroz cuando el porcentaje de granos verdes aumentó (M1=22,9; 18,1 y 9,2 % de granos verdes).

El momento de aplicación 1 rindió 5096 kg/ha no difiriendo estadísticamente del momento de aplicación 2 cuyo rendimiento fue de 5920 kg/ha, sin embargo, el momento de aplicación 3 fue superior al momento 1 y similar estadísticamente al anterior, rindiendo 6281 kg/ha.

HM obtuvo un rendimiento significativamente superior (6098 kg/ha) a glifosato (5433 kg/ha).

En cuanto a calidad industrial de INIA Tacuarí, HM presentó un porcentaje de blanco total (69,1 %) superior significativamente a glifosato (67,7 %), no alcanzando ninguno de los productos el nivel base de comercialización (70 %).

HM (63,8 %) fue significativamente superior en el porcentaje de granos enteros a glifosato (62,3 %). Los tratamientos evaluados estuvieron por encima de la base de comercialización (58%), mostrando glifosato en su dosis más alta en el momento de aplicación 1 el menor valor (58,2 %)

No se detectaron diferencias significativas entre momento de aplicación, productos empleados y dosis aplicadas ni interacciones en el porcentaje de yeso, ni tampoco en yeso correspondiente a la fracción entero.

En promedio HM (2,1 %) presentó significativamente menor porcentaje de yeso en la fracción quebrado que glifosato (2,8 %).

### 5.3 CONCLUSIONES GENERALES

A los efectos de contribuir a la reducción a su mínima expresión el aporte de nuevas semillas del arroz rojo al banco de semillas del suelo es imprescindible obtener excelentes controles de la semillazón de esta maleza, sin dañar la variedad comercial.

Para lograr dicho objetivo es necesario realizar aplicaciones de los productos en los momentos más susceptibles del arroz rojo presentando la variedad INIA Tacuarí no más de 18 % de granos verdes.

En términos prácticos lograr dicha situación es necesario utilizar variedades de arroz precoces y no fotosensibles como INIA Tacuarí, y realizando siembra temprana para así obtener una ventana entre la floración de la maleza y de la variedad que haga la aplicación segura.

## 6. RESUMEN

Se condujeron dos experimentos en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres durante el año agrícola 1999-2000. Los objetivos en el primer experimento fueron evaluar la acción de hidracida maleica (HM) y glifosato (G) aplicados en diferentes momentos y en diferentes dosis sobre la supresión de la semillazón del arroz rojo (*Oryza sp*) y en el segundo experimento establecer sus efectos sobre el rendimiento y la calidad industrial de INIA Tacuarí (*Oryza sativa L.*). Los momentos de aplicación fueron definidos en el arroz rojo (Experimento 1) por la proporción de los diferentes estado de las panojas de la maleza correspondiendo 18, 43 y 95 % de panojas en estado doblando para los momentos de aplicación M1, M2 y M3, respectivamente. En la variedad (Experimento 2) los momentos quedaron definidos según el porcentaje de verde correspondiendo 22,9; 18,1 y 9,2 % de granos verdes a los momentos de aplicación M1, M2 y M3, respectivamente. Las dosis utilizadas fueron 1,96; 2,45 y 2,94 kg i.a./ha para HM y 0,48; 1,44 y 2,4 kg i.a./ha para G. Los tratamientos originados de la combinación de los niveles entre los tres factores bajo estudio se arreglaron como un factorial más un testigo sin aplicación para cada experimento; disponiéndose en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Para el experimento 1 las medidas tomadas fueron número de semillas chusas/1000 y porcentaje de viabilidad, siendo que la unión de estas dos medidas formaron la variable control expresada como número de semillas inviables/1000. En el experimento 2 las características del cultivo medidas fueron rendimiento en granos, sus componentes y la calidad industrial del arroz. En el experimento 1, el M1 mostró significativamente el mayor control de la supresión de la semillazón comparado con el M2 y M3, siendo éstos estadísticamente diferentes entre sí (M1=881, M2= 781 y M3= 696). En este experimento cinco tratamientos alcanzaron 90 % de control, todos ellos en el momento 1 siendo éstos las tres dosis de HM y las dosis intermedia y alta de glifosato. En el experimento 2 existió un gran enmalezamiento por lo que los resultados no pueden atribuirse solamente a los tratamientos realizados, no obstante, los resultados mostraron que el M1 obtuvo significativamente el más bajo rendimiento de arroz comparado con M3, no existiendo diferencias entre M2 y los otros momentos evaluados (M1=5096 kg/ha, M2= 5920 kg/ha y M3= 6281 kg/ha). En promedio HM obtuvo mayor rendimiento que G (HM=6098 kg/ha vs G=5433 kg/ha). En la calidad industrial del arroz, el porcentaje de blanco total no alcanzó la base de comercialización (BT= 70%), no obstante, existieron diferencias significativas entre los productos siendo mayor para HM (HM=69,07 vs G=67,75). En el porcentaje de granos entero existió una interacción momento-producto y una momento-dosis determinadas por el glifosato a la dosis más alta aplicado en el momento 1 que obtuvo significativamente menor porcentaje de granos enteros. En la variable yeso y en la variable yeso en la fracción entero no existieron diferencias significativas según el test de Tukey entre los tratamientos. Para la variable yeso en la fracción quebrado se encontró diferencias significativas entre productos siendo superior glifosato (HM= 2,06 vs. G= 2,85).

### **Palabras claves**

Arroz; ORYSA; biotipos; hidracida maleica; glifosato; supresión de la semillazón; rendimiento; calidad industrial.

## **7. SUMMARY**

Two field experiments were conducted at the Paso de la Laguna Experimental Unit of INIA Treinta y Tres in 1999-2000. In the first experiment, the objectives were to assess maleic hidrazide (MH) and glyphosate (G) applied at different timings and rates on the suppression of viable seed formation. Instead in the second one, they were to establish treatment effects on the rice yield and milling grain quality of INIA Tacuarí (*Oryza sativa* L.). For the experiment 1, 18, 43 and 95 % of red rice panicles at the beginning of the filling stage defined the application timings M1, M2 and M3, respectively. However for the experiment 2, 22.9, 18.1 and 9.2% of green grains of rice variety 'INIA Tacuarí' were the application timings in the filling grain stage for M1, M2 and M3, respectively. The rates of MH used were 1.96; 2.45 and 2.94 kg a.i./ha, and those of G were 0.48, 1.44 and 2.4 kg a.i./ha. Treatments studied resulted from combinations of the levels of three factors among them and they were presented as a factorial array plus a check without any spraying for each experiment. In the field, the treatments were under a completely random block design with three replications. For the experiment 1, the number of empty seeds/1000 and percentage of viability were evaluated, creating the sum of them a new variable called control and it was expressed as the number of no viable seeds/1000. For the experiment 2, rice yield, yield components and milling grain quality were studied. In the experiment 1, M1 showed significantly higher control on the suppression of viable seeds formation compared to M2 and M3, being statically different among them (M1=881, M2=781 and M3=696). Five treatments in the M1 reached at least 90% of control, including the three rates of MH, and the intermediate and the highest rates of G. In the experiment 2, there was poor weed control, consequently, the data obtained have to be evaluated not only as stem from treatment effects but also weed interference. M1 showed significantly the lowest rice yield compared to that of M3 and there were no significant differences between yield of M2 and the others timings (M1=5096, M2=25920 and M3=3 6281 kg/ha). In average, MH had higher rice yield than that of G (MH=6098 and G=5433 kg/ha). Any treatments reached at 70% of milling yield; however, there were significant differences between products, getting MH higher value (MH=69.1 vs G=67.7%). Head yield showed an application timing by product interaction and also an application timing by rates interaction, being them provoked by the highest rate of glyphosate applied at M1 that had the lowest head yield. For chalky grains and chalky grains of the whole grain classes, there were no differences among treatments; instead for chalky grains of the broken grain class, there was significant differences between products, being greater that of G (MH= 2.1 and G=2.8%).

### **Keywords**

Rice; ORYSA; biotypes; maleic hidrazide; glyphosate; suppression of seed formation; yield; milling quality

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. ABUD, J. 1987. Arroz vermelho nos Estados Unidos. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre. 40(373).pp 3-7
2. \_\_\_\_\_. 1989. Efeitos competitivos do arroz vermelho nos componentes do rendimento e rendimento de grãos em casca na cultivar de arroz BR-IRGA 412. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 42(383): 11-12.
3. AGOSTINETTO, D.; FLECK, N. G.; MEROTTO Jr. A.; VIDAL, R. A.; COSTA, E. L. N.; DUTRA, M. M. 1999. Supressão da produção de sementes viáveis da arroz vermelho através da aplicação de herbicidas não selectivos. *In* Reuniao da cultura do arroz irrigado (23º, 1999, Pelotas) Anais, EMBRAPA. pp. 479-482.
4. AMARAL, A. 1997. Manejo de herbicida para controle de arroz daninho. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, set/ diciembre 1997. 50(433): 13-15.
5. ANDRES, A; MENEZES, V.G. 1997. Uso de hidrazida maleica no manejo de arroz vermelho em arroz irrigado. *In* Reuniao da cultura do arroz irrigado (22º, 1997, Camboríu) Anais. Camboríu, Itajaí: EPAGRI. pp. 375-378.
6. AVILA, L.A. de 1999. Evolução do banco de sementes e controle do arroz vermelho em diferentes sistemas de manejo do solo de Várzea. Mestre em Agronomia. Santa Maria, RS, Brasil, Universidade Federal Santa Maria. p 73.
7. BACHINO, G.; CORADINI V. 2002. Métodos de siembra del arroz (*Oryza sativa* L) y dosis de molinate para el control del arroz rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 121 p.
8. BLANCO, P.; PÉREZ DE VIDA, F.; PÍRIZ, M. 1993. INIA- Tacuarí Arroz precoz de alto rendimiento. INIA Treinta y Tres (Uruguay), Boletín de divulgación nº 31, 10 p.
9. BRANDI, F.; CLARI, A.I. 1997. Inibição da produção e viabilidade das sementes de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) através do uso de hidrazida maleica. *In* Reuniao da cultura do arroz irrigado (22º, 1997, Camboríu) Anais. Camboríu, Itajaí: EPAGRI. pp. 462-465.
10. \_\_\_\_\_.; CLARI, A.I. 1997b. Uso de hidrazida maleica no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). *In* Reuniao da cultura do arroz irrigado (22º, 1997, Camboríu). Anais. Camboríu, Itajaí: EPAGRI. pp. 404-407.
11. \_\_\_\_\_.; CLARI, A.I. 1999. Redução da viabilidade de semente de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) com o uso de hidrazida maleica (Fazor CS). *In* Reuniao da cultura do arroz irrigado (23º, 1999, Pelotas). Anais. Pelotas, EMBRAPA. pp 497-499.

12. CESSNA, A.J.; DARWENT, A.L.; KIRKLAND, K.J.; TOWNLEY-SMITH, L.; HARKER, K.N. AND LEFKOVITCH, L.P. 1994. Residues of glyphosate and its metabolite AMPA in wheat seed and foliage following preharvest applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 74:653-661.
13. CHEBATAROFF, N. 1999. Importancia y control del arroz rojo. *Revista "Arroz"*. A.C.A., 5 (19): 40-42.
14. CRAIGMILES, J.P. 1978. Introduction. *In* Red rice: Research and Control. Texas Agricultural Experiment Station. E.F. Eastin, ed. Bull. 1270. pp 5.
15. DEAMBROSI, E.; SALDAIN, N. 1997. Control de malezas. *In* Arroz, Resultados Experimentales 1996-1997. INIA Treinta y Tres (Uruguay). Actividad de difusión nº 135, cap. 4, pp.12-14.
16. DEVINE, M.D.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. 1993. Physiology of herbicide action. New Jersey, Englewood cliffs, PTR Prentice Hall. 441p.
17. DIARRA, A.; SMITH, R.J., Jr. and TALBERT, R.E. 1985b. Interference of Red Rice (*Oryza sativa*) with Rice (*O. sativa*). *Weed Science*, 33:664-649.
18. \_\_\_\_\_; SMITH, R.J. and TALBERT, R.E. 1985a. Growth and Morphological Characteristics of Red Rice (*Oryza sativa*) Biotypes. *Weed Science*, 33(3): 310-314.
19. DUNAND, R. T.; BAKER, R., DILLY R.Jr., MECHE, G. 1988. Control of red rice seed production in rice fields. *Louisiana Agriculture*. 31(3):14-15.
20. \_\_\_\_\_; BAKER, J.B; DILLY, R.R., Jr.; MECHE, G.A. 1990. *In* 82<sup>nd</sup> Annual Research Report of the Rice Research Station, Louisiana Agric. Exp. Station, Louisiana St. Univ. pp 230-239.
21. \_\_\_\_\_; BAKER, J.B.; DILLY, R.R.; Jr.; MECHE, G.A. 1991. *In* 83<sup>rd</sup> Annual Research Report of the Rice Research Station, Louisiana Agric. Exp. Station, Louisiana St. Univ. pp 220-232.
22. \_\_\_\_\_; DILLY, R.R.; Jr.; MECHE, G.A. 1993. Maleic hydrazide and red rice control in rice. *Louisiana Agriculture*, LSU, 36(2): 17.
23. \_\_\_\_\_, and BAKER, J. B. 1994. Maleic Hydrazide, Molinate, and Thiobencarb for Red Rice Control in Rice. 25<sup>th</sup> Rice Technical Working Group 1994 p 162- 163.

24. \_\_\_\_\_. 1995. Rice response to maleic hydrazide used for red rice seed suppression. In Proceedings Southern Weed Science Society. (48<sup>o</sup>, 1995, Memphis). Annual Meeting. Tennessee, USA. pp 9-10.
25. \_\_\_\_\_.; DILLY, R.R. 1998. Seedhead Suppressant Studies Maleic Hydrazide Tolerance. In 90<sup>th</sup> Annual Research Report of the Rice Research Station, Louisiana Agric. Exp. Station, Louisiana St. Univ. pp 318 –320.
26. ELEFTHEROHORINOS, I.G.; DHIMA, K.V. and VASILAKOGLU, I.B. 2002. Interference of red rice in rice grown in Greece. *Weed Science*, 50(2):167–172.
27. FEDERICI, M.T.; VAUGHAN, D.; TOMOOKA, N.; KAGA, A.; WANG WANG, X.; DOI, K.; FRANCIS, M.; ZORILLA, G.; SALDAIN, N. 2001. Análisis de la diversidad genética del arroz rojo del Uruguay utilizando marcadores AFLP's. In Arroz. Resultados Experimentales 2000-2001. INIA Treinta y Tres (Uruguay). Actividad de difusión, n<sup>o</sup>. 257, cap. 7, pp. 25-30.
28. FERGUSON, G.P.; NEWSOM, L.J. 1996. Dimethenamid for red rice control in soybean. In Proceedings Southern Weed Science Society.(49<sup>o</sup>, 1996, Charlotte) Annual Meeting. North Carolina, USA. pp 26-27.
29. FISHER, A.J. and RAMIREZ A. 1993. Red rice (*Oryza sativa*): competition studies for management decisions. *International Journal of Pest Management*. 39(2):133-138.
30. \_\_\_\_\_. 1996. Integrated red rice management in Latin American rice fields. In Second International Weed Control Congress Copenhagen. p 653-664.
31. FLECK, N.; NEVES, R.; SILVEIRA, C.A.; VIDAL, R.A. 1997. Efeitos de partes de plantas de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) sobre o desenvolvimento inicial do arroz comercial semeado em sucessão. In Reuniao da cultura do arroz irrigado (22<sup>o</sup>, 1997, Camboriú). Anais. Camboriú. pp. 397-399.
32. \_\_\_\_\_.; VARGAS, L.; SILVEIRA, C.A.; VIDAL, R.A. 1997. Efeitos de regimes de umidade no solo na atividade herbicida de glyphosate sobre plantas de arroz vermelho (*Oryza sativa* L). In Reuniao da cultura do arroz irrigado (22<sup>o</sup>, 1997, Camboriú). Anais. Camboriú. pp. 400-403.
33. \_\_\_\_\_.; AGOSTINETTO, D.; MENEZES, V.G.; ULBRICH, A.; LEITES; A. 2001. Controle químico selectivo de arroz vermelho e de capim arroz em arroz irrigado utilizando o sistema Clearfield®. In Reuniao da cultura do arroz irrigado (24<sup>o</sup>, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA. pp 494-496.

34. FRANCO, D.F.; MAGALHAES Jr., A.M.de ; ANDRES, A.; PETRINI, J.A. 2001. Avaliação da qualidade física de sementes de arroz irrigado utilizadas no litoral sul, em função da contaminação com arroz-vermelho. In Reuniao da cultura do arroz irrigado (24º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA. pp 674-675.
35. GAMARRA, G. 1996. Arroz: Manual de producción. Montevideo, Hemisferio Sur. 400 p.
36. GIANFAGNA, T. J. 1995. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In Plant Hormones. Kluwer Academic Publishers, Davis P.J., ed., pp.751-773.
37. GUY, C.B. Jr. 1996. Red rice control in glyphosate tolerant soybean. In Proceedings Southern Weed Science Society (49º, 1996, Charlotte). Annual Meeting. North Carolina, USA. pp 58.
38. HALL, G.J.; HART, C.A.; JONES, C.A. 2000. Plant sources of cations antagonistic to glyphosate activity. *Pest Management Science*. 56: 351-358.
39. HUEY, B.A.; BALDWIN, F.L. 1978. Red rice research control. In Red rice: Research and Control. Texas Agricultural Experiment Station. E. F. Eastin, ed. Bull. 1270, pp.19-25.
40. IRWIN, M. 1996. Growth regulator may reduce red rice. Maleic hidrazide might be answer to one of rice's worst nightmares. *Rice Journal*. pp10-12.
41. JORGE, A.; BARQUÍN, M. 1980. El Arroz Rojo. *Investigaciones Agronómicas*. CIAAB, MGAP, Uruguay. 1:23-28.
42. KIRKWOOD, R.C.; HETHERINGTON, R.; REYNOLDS, T.L.; MARSHALL, G. 2000. Absorption, localization, translocation and activity of glyphosate in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L) Beauv): influence of herbicide and surfactant concentration. *Pest Management Science*. 56: 359-367.
43. KWON, S.L.; SMITH, R.J., Jr. and TALBERT, R.E. 1991. Interference Durations of Red Rice (*Oryza sativa*) in Rice (*O. sativa*). *Weed Science*, 39(3):363-368.
44. \_\_\_\_\_; SMITH, R.J., Jr.; TALBERT, R.E. 1992. Comparative Growth and Development of Red Rice (*Oryza sativa*) and Rice Rice (*O. sativa*). *Weed Science*, 40 (1):57-62.
45. LANGEVIN, S.A.; CLAY, K.; GRACE, J.B. 1990. The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed rice (*Oryza sativa* L.). *Evolution*, 44(4): 1000-1008.

46. MARCHEZAN, E. 1997. Crop rotation in red rice control. *International Rice Research Notes IRRI* 22(1):46.
47. MARIN, A. 1998. Situación del arroz colorado en Argentina. *In Seminario Latinoamericano sobre Arroz Vermelho* (1º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA, pp 45-48.
48. MARTINO, D.L. 1995. El herbicida glifosato: su manejo más allá de la dosis por hectárea. INIA (Uruguay). Serie Técnica n°. 61, 27p.
49. MENEZES, V. G. 1998. Ecofisiología do arroz vermelho. *In Seminario Latinoamericano sobre arroz vermelho* (1º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA. pp 51-52.
50. \_\_\_\_\_; RAMÍREZ, H.; MARIOT, C.H.P. 2001. Eficiência agrônômica de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas no controle de arroz vermelho e capim arroz e selectividade às plantas de arroz da linhagem IRGA 417-CL. *In Reuniao da cultura do arroz irrigado* (24º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA. pp 522-524.
51. MURATA, Y.; MATSUSHIMA, S. 1975. Arroz. *In Fisiología de los cultivos*. L.T. Evans. Pp 83-111.
52. NOLDIN, J.A. 1988. Controle de arroz vermelho no sistema de semeadura em solo inundado. *Lavoura Arrozeira, Porto Alegre*, 41(377): 11-13.
53. \_\_\_\_\_; CHANDLER, J.M.; and McCAUREY, G.N. 1995. Seed longevity of red rice (*Oryza sativa*) ecotypes in soil. *In Proceedings Southern Weed Science Society*. (48º, 1995, Memphis). Annual Meeting. Tennessee, USA. pp 178-179.
54. \_\_\_\_\_; YOKOYAMA, S.; ANTUNES, P.; LUZZARDI, R. 2001. Taxa e sentido do cruzamento natural entre o arroz transgênico resistente ao herbicida glufosinato e o arroz vermelho. *In Reuniao da cultura do arroz irrigado* (24º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA. pp 497-499.
55. OLIVEIRA, M.A.B; BARROS, J. de A.I. de 1986. Influência da quantidade de arroz vermelho no percentual de grãos inteiros. *Lavoura Arrozeira, Porto Alegre*, 38(368): 26-27.
56. ORTIZ, A.; PÁEZ, G. sin fecha. Efecto de la hidracida maleica en la germinación de las poblaciones de arroz rojo marrón, negro y pajizo en el cultivo del arroz de la variedad "FONALAP-1". <http://www.agr.ucv.ve/invest/agropr.htm>.

57. PANTONE, D.J., BAKER, J.B. 1991. Weed-Crop Competition Models and Response-Surface Analysis of Red Rice Competition in Cultivated Rice: A Review. *In* Crop Science, 31(5):1105-1110.
58. PEDROSO, B. A. 1985. Biologia e importância do arroz vermelho. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 38(359): 37-39.
59. PRICE, J.B. IV; MERKLE, M.G., sin fecha. Safeners and extenders for controlling red rice in rice. *Proceedings Southern Weed Science Society*. pp 68-69.
60. RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT, A.A. Jr. 2001. Potencial de controle de arroz vermelho com herbicidas em milho cultivado em solos de várzea. *In* Reuniao da cultura do arroz irrigado(24º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA. pp 474-476.
61. SALDAIN, N 1997. Emergence of red rice (*Oryza sativa* L.) ecotypes under dry- and water- seeded rice conditions. Tesis MSc. Arkansas, E:E:U:U:, University of Arkansas. 117p.
62. SALDAIN, N; DEAMBROSI E.,1999. Uso de hidracida maleica y glifosato en la supresión de la semillazón del arroz rojo. *In* Arroz, Resultados Experimentales 1998-1999 INIA Treinta y Tres (Uruguay), actividades de difusión, nº 194 cap 10. pp. 25-32.
63. SALZMAN, F.P.; SMITH R.J. Jr; TALBERT R.E. 1985. Suppression of Red Rice (*Oryza sativa*) Seed Production with Fluazifop and Quizalofop. *Weed Science*, 1988 36(6): 800-803.
64. SHUMA, J.M. and RAJU, M.V.S. 1993. A histological study of the effect of glyphosate on seed development in the wild oat (*Avena fatua* L.). *Weed Research*, 33:43-51.
65. \_\_\_\_\_; QUICK, W.A.; RAJU, M.V.S. AND HSIAO, A.I. 1995. Germination of seeds from plants of *Avena fatua* L. treated with glyphosate. *European Weed Research Society*, *Weed Research* 35, 249-255.
66. SOUZA, P.R. de; FISCHER, M.M. 1986. Arroz vermelho: danos causados à lavoura gaúcha. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 39(368): 19-20.
67. \_\_\_\_\_. 1989. Arroz vermelho: Um Grande Problema. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 42(387): 30-31.
68. \_\_\_\_\_. 1998. Situação do arroz vermelho no Rio Grande do Sul. *In* Seminario Latinoamericano sobre arroz vermelho (1º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre. IRGA, pp 45-48.

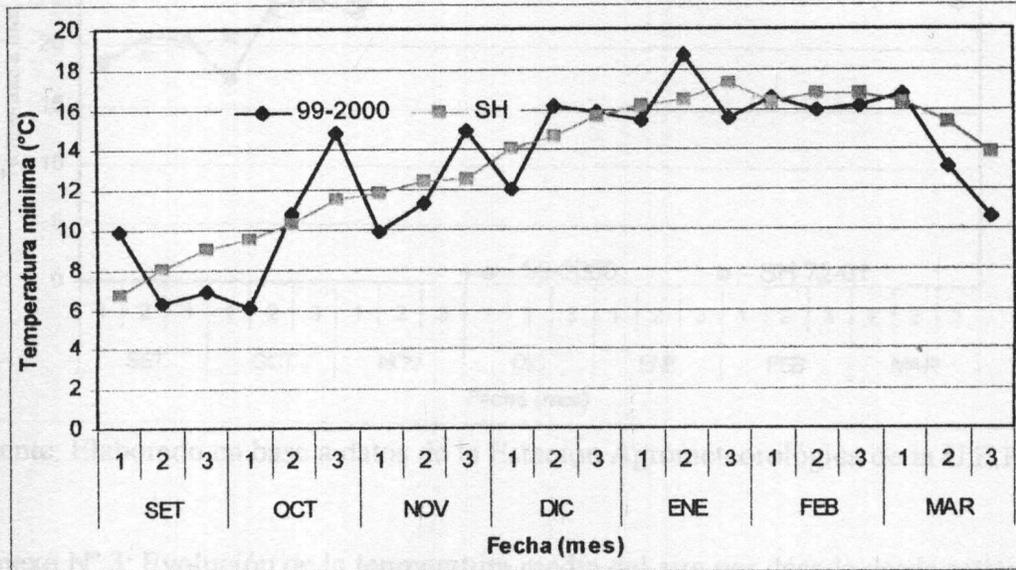
69. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMÍA, 1992. Fisiología de la semilla. Montevideo. 39p.
70. VAUGHAN, L.K.; OTTIS, B.V.; PRAZAK-HAUEY, A.M.; SNELLER, C.; CHANDLER, J.M.; PARK, W.D. 2001. Is all red rice found in commercial rice really *Oryza sativa*?. *Weed Science*, 49 (4): 468-476.
71. Weed Science Society of America (WSSA). 2002a. Maleic Hydrazide. U.S.A. Eighth Edition- 2002. Vencill, W. K. (ed). pp 273-275.
72. Weed Science Society of America (WSSA). 2002b. Glyphosate. U.S.A. Eighth Edition- 2002. Vencill, W. K. (ed). pp 231-234.
73. ZORRILLA DE SAN MARTÍN, G. 1992. "Arroz rojo: Conózcalo y combátalo". INIA Treinta y Tres (Uruguay), boletín de divulgación nº 20, 17 p.
74. \_\_\_\_\_.1998. La situación del arroz rojo en el Uruguay. In Seminario Latinoamericano sobre arroz vermelho (1º, 2001, Porto Alegre) Anais. Porto Alegre, IRGA. pp. 39-44.

9. ANEXOS

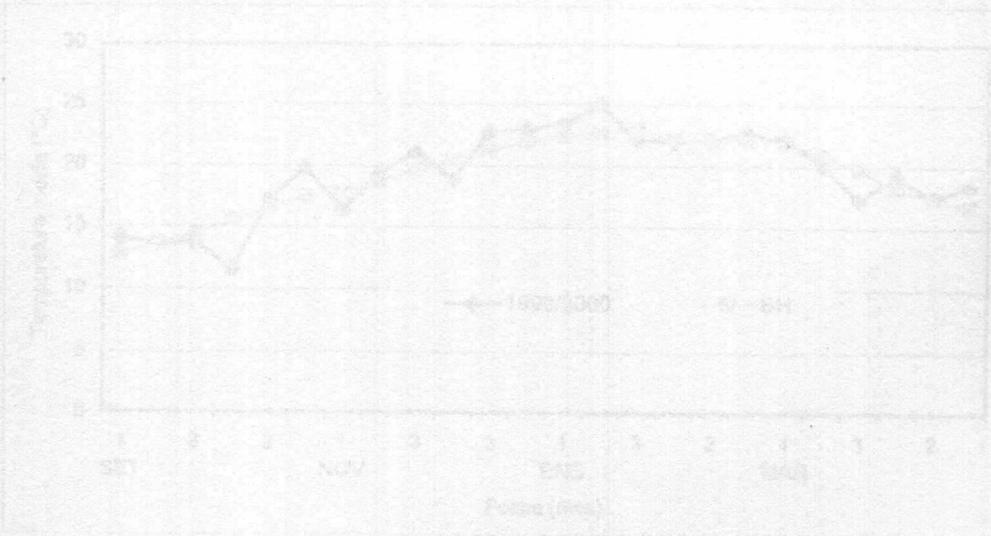
Anexo N° 2: Evolución de la temperatura máxima del aire por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.

9.1 DATOS CLIMÁTICOS

Anexo N° 1: Evolución de la temperatura mínima del aire por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.

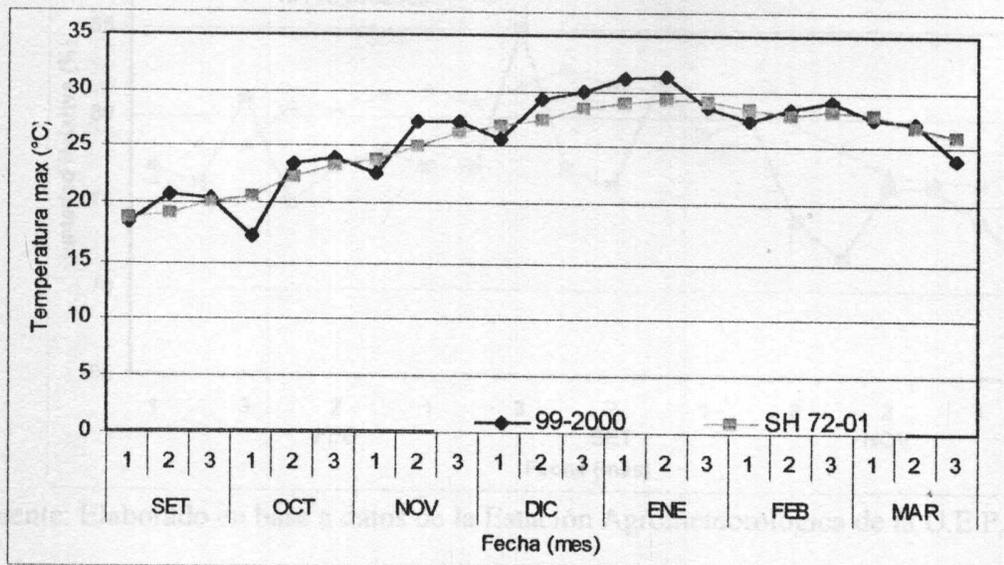


Fuente: Elaborado en base a datos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.



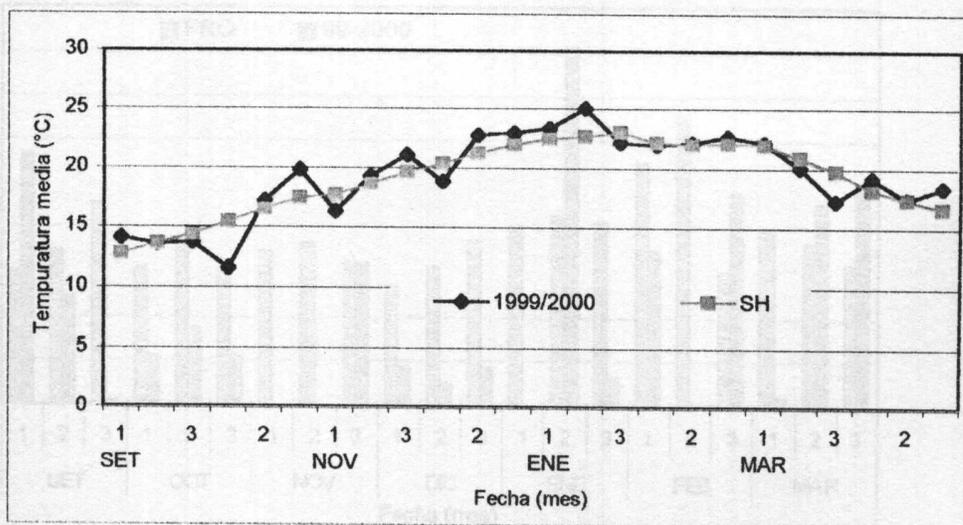
Fuente: Elaborado en base a datos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.

Anexo N° 2: Evolución de la temperatura máxima del aire por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.



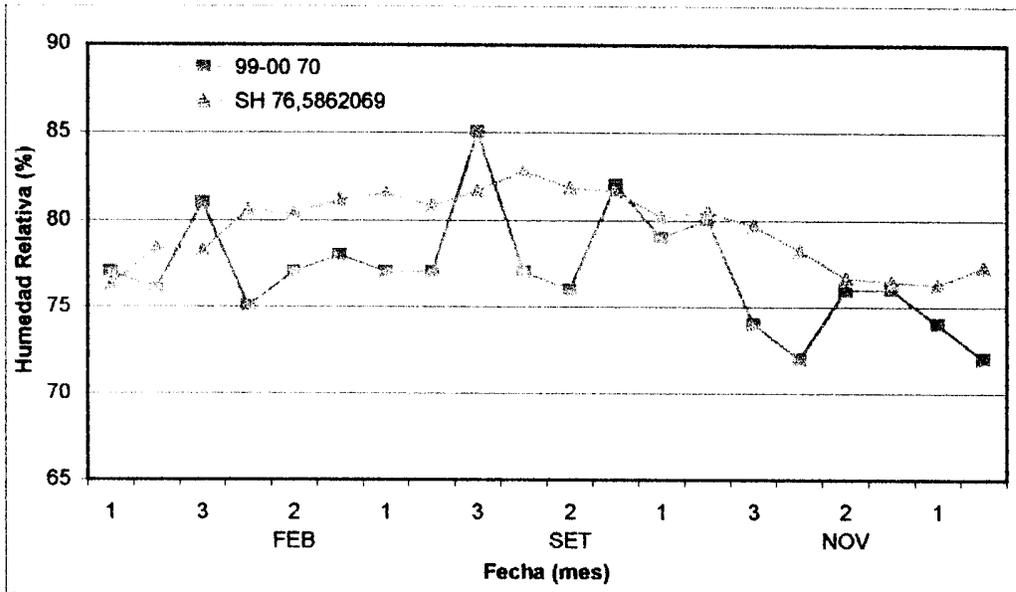
Fuente: Elaborado en base a datos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.

Anexo N° 3: Evolución de la temperatura media del aire por década desde setiembre a abril en la zafra 1999-2000.



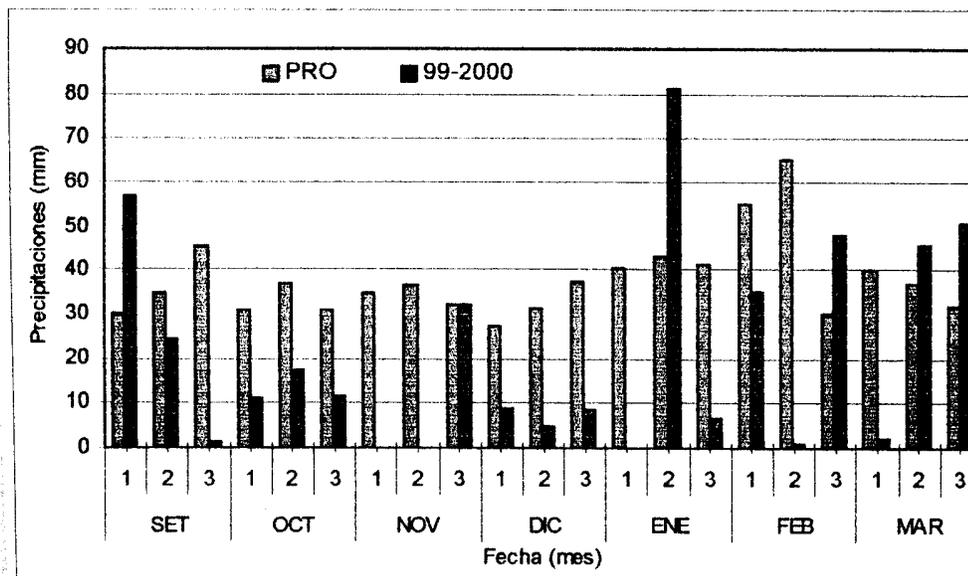
Fuente: Elaborado en base a datos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.

Anexo N°4: Evolución de la humedad relativa diaria de setiembre de 1999 a marzo del 2000.



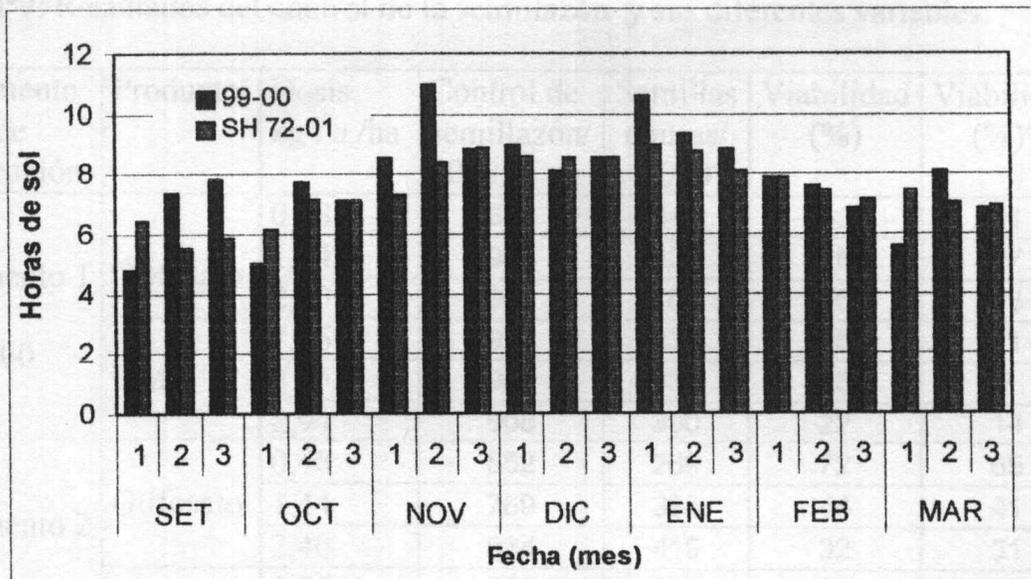
Fuente: Elaborado en base a datos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.

Anexo N° 5: Precipitaciones por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.



Fuente: Elaborado en base a datos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.

Anexo N°6: Evolución de las horas de sol por década desde setiembre a marzo en la zafra 1999-2000.



Fuente: Elaborado en base a datos de la Estación Agrometeorológica de la U.E.P.L.

## 9.2 MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA CADA VARIABLE DEL EXPERIMENTO I.

Anexo N°7: Resultados del control de la semillazón y sus diferentes variables.

Trt	Momento de aplicación	Producto	Dosis kg i.a./ha	Control de semillazón/1000	Semillas chusas/1000	Viabilidad (%)	Viabilidad (%)*	Viabilidad (%)**
1			0,48	630	347	69	61	8
2		Glifosato	1,44	907	620	28	27	1
3	Momento 1		2,40	962	707	16	15	1
4		HM	1,96	928	335	15	11	3
5	26/2/00		2,45	952	336	13	7	6
6			2,94	908	390	22	14	8
7			0,48	552	269	72	65	6
8		Glifosato	1,44	769	395	44	41	3
9	Momento 2		2,40	834	419	32	31	1
10		HM	1,96	828	230	30	23	7
11	4/3/00		2,45	831	256	40	22	18
12			2,94	870	237	33	17	16
13			0,48	526	355	96	74	22
14		Glifosato	1,44	599	292	66	60	0
15	Momento 3		2,40	768	286	36	36	6
16		HM	1,96	692	222	62	41	21
17	14/3/00		2,45	834	248	39	19	20
18			2,94	752	206	35	33	3

\* Viabilidad de las semillas llenas

\*\* Viabilidad de las semillas semillenas

Anexo N° 8: Resultados del control de la semillazón del ARN y sus diferentes variables.

Trt	Momento de aplicación	Producto	Dosis kg i.a./ha	Control de semillazón/ 1000	Semillas chusas/ 1000	Viabilidad (%)
1	Momento 1	Glifosato	0,48	557	190	58
2			1,44	835	445	32
3			2,40	909	472	21
4	26/2/00	HM	1,96	936	247	9
5			2,45	968	257	4
6			2,94	912	290	12
7	Momento 2	Glifosato	0,48	545	181	59
8			1,44	631	315	57
9			2,40	681	202	42
10	4/3/00	HM	1,96	798	180	26
11			2,45	790	248	27
12			2,94	796	254	27

Anexo N° 9: Resultados del control de la semillazón del ARP y sus diferentes variables.

Trit	Momento de aplicación	Producto	Dosis kg i.a./ha	Control de semillazón/ 1000	Semillas chusas/ 1000	Viabilidad (%)
1			0,48	681	463	64
2	Momento 1	Glifosato	1,44	960	753	18
3			2,40	997	865	2
4	26/2/00	HM	1,96	926	399	12
5			2,45	939	404	10
6			2,94	910	461	14
7			0,48	553	335	71
8	Momento 2	Glifosato	1,44	861	450	28
9			2,40	930	557	17
10	4/3/00	HM	1,96	861	260	19
11			2,45	854	261	19
12			2,94	909	229	12
13			0,48	526	355	74
14	Momento 3	Glifosato	1,44	599	292	60
15			2,40	768	286	36
16	14/3/00	HM	1,96	692	222	41
17			2,45	838	248	19
18			2,94	752	206	33

## 9.3: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO 1.

## Anexo N° 10: Control de la semillazón

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	27572	5.17	0.0109
Momento	2	154555	28.99	<.0001
Producto	1	184802	34.66	<.0001
Momento*Producto	2	1454	0.27	0.7629
Dosis	2	122067	22.89	<.0001
Momento*Dosis	4	1183	0.22	0.9243
Producto*Dosis	2	75219	14.11	<.0001
Momento*Producto*Dosis	4	13181	2.47	0.063
Error	34	5332		

## Anexo N° 11: Cantidad de granos chusos dejados por cada tratamiento.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	69907	14,02	<.0001
Momento	2	181064	36,3	<.0001
Producto	1	252287	5058	<.0001
Momento*Producto	2	16806	3,37	0,0462
Dosis	2	33354	6,69	0,0036
Momento*Dosis	4	24086	4,83	0,0034
Producto*Dosis	2	20684	4,15	0,0245
Dosis (Momento *Producto)	4	16266	3,26	0,0229
Error	34	4988		

## Anexo N° 12: Viabilidad del arroz rojo.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	442	2,98	0,0644
Momento	2	3714	25,02	<,0001
Producto	1	4760	32,06	<,0001
Momento*Producto	2	58	0,39	0,6808
Dosis	2	3731	25,13	<,0001
Momento*Dosis	4	324	2,18	0,0919
Producto*Dosis	2	2374	15,99	<,0001
Dosis (Momento *Producto)	4	155	1,05	0,3984
Error	34	148		

## Anexo N° 13: Viabilidad de los granos llenos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	334	4,83	0,0143
Momento	2	2016	29,13	<,0001
Producto	1	8189	118,3	<,0001
Momento*Producto	2	6	0,09	0,9126
Dosis	2	2287	33,04	<,0001
Momento*Dosis	4	20	0,29	0,8804
Producto*Dosis	2	1412	20,4	<,0001
Dosis (Momento *Producto)	4	194	2,8	0,0414
Error	34	69		

## Anexo N° 14: Viabilidad de granos semillenos.

Fuentes de Variacion	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	326	6,42	0,0043
Momento	2	257	5,07	0,0118
Producto	1	462	9,11	0,0048
Momento*Producto	2	75	1,49	0,2407
Dosis	2	210	4,13	0,0247
Momento*Dosis	4	230	4,53	0,0049
Producto*Dosis	2	212	4,19	0,0237
Dosis (Momento *Producto)	4	24	0,48	0,7481
Error	34	51		

## Anexo N° 15: Control de la semillazón del ARN.

Fuentes de Variacion	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	17745	2,56	0,1003
Momento	1	191552	27,6	<,0001
Producto	1	270400	38,97	<,0001
Momento*Producto	1	25	0	0,9527
Dosis	2	45856	6,61	0,0057
Momento*Dosis	2	11840	1,71	0,2047
Producto*Dosis	2	51005	7,35	0,0036
Dosis (Momento *Producto)	2	11051	1,59	0,226
Error	22	6940		

## Anexo N° 16: Cantidad de granos chusos del ARN.

Fuentes de Variacion	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	7604	10,21	0,0007
Momento	1	16044	21,55	0,0001
Producto	1	6615	8,89	0,0069
Momento*Producto	1	3680	4,94	0,0368
Dosis	2	8280	11,12	0,0005
Momento*Dosis	2	1200	1,61	0,2221
Producto*Dosis	2	2930	3,94	0,0346
Dosis (Momento *Producto)	2	2526	3,39	0,0519
Error	22	744		

## Anexo N° 17: Viabilidad de los granos llenos del ARN para los diferentes tratamientos.

Fuentes de Variacion	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	236	2.36	0.1179
Momento	1	2652	26.48	<.0001
Producto	1	6806	67.96	<.0001
Momento*Producto	1	12	0.12	0.7299
Dosis	2	449	4.48	0.0233
Momento*Dosis	2	164	1.63	0.2181
Producto*Dosis	2	660	6.59	0.0057
Dosis (Momento *Producto)	2	99	0.98	0.3896
Error	22	100		

## Anexo N° 18: Control de la semillazón del ARP.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	34153	5.51	0.0085
Momento	2	196552	31.7	<.0001
Producto	1	108183	17.45	0.0002
Momento*Producto	2	8003	1.29	0.2883
Dosis	2	147242	23.74	<.0001
Momento*Dosis	4	2651	0.43	0.7877
Producto*Dosis	2	90313	14.56	<.0001
Momento * Producto*Dosis	4	16948	2.73	0.0449
Error	34	6201		

## Anexo N° 19: Cantidad de granos chusos del ARP.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	43051	8,71	0,0009
Momento	2	57245	11,59	0,0001
Producto	1	190223	38,51	<,0001
Momento*Producto	2	5889	1,19	0,3159
Dosis	2	14206	2,88	0,0702
Momento*Dosis	4	14015	2,84	0,0393
Producto*Dosis	2	12934	2,62	0,0876
Dosis (Momento *Producto)	4	9719	1,97	0,1218
Error	34	4940		

## Anexo N° 20: Viabilidad de los granos llenos del ARP.

Fuentes de Variacion	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	313	3,13	0,0564
Momento	2	2594	25,98	<,0001
Producto	1	6059	60,7	<,0001
Momento*Producto	2	101	1,01	0,3738
Dosis	2	3802	38,08	<,0001
Momento*Dosis	4	32	0,32	0,865
Producto*Dosis	2	2501	25,06	<,0001
Dosis (Momento *Producto)	4	358	3,59	0,0151
Error	34	100		

9.4 MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA CADA VARIABLE DEL EXPERIMENTO 2.

Anexo N° 21: Resultados de rendimiento y componentes del rendimiento para INIA Tacuarí.

Trt	Momento De Aplicación	Producto	Dosis kg i.a./ha	Rend. de arroz kg/ha	Número de granos				Peso de 1000 granos
					Totales /m <sup>2</sup>	Llenos / m <sup>2</sup>	Semillenos /m <sup>2</sup>	Chusos /m <sup>2</sup>	
1	Momento 1	Glifosato	0,48	4634	33839	29201	692	3946	22,10
2			1,44	3934	31248	26400	755	4094	21,37
3			2,40	5401	35988	29084	490	6415	21,63
4		HM	1,96	5502	40086	34102	536	5448	21,87
5			2,45	5908	42727	37125	288	5315	22,43
6			2,94	5195	41604	34008	484	7112	22,43
7	Momento 2	Glifosato	0,48	5863	33682	30086	288	3308	22,13
8			1,44	5430	39080	34484	379	4217	21,90
9			2,40	6116	37317	31585	451	5280	22,13
10		HM	1,96	6177	44699	38754	601	5344	22,17
11			2,45	6187	51382	42754	614	8014	22,17
12			2,94	5748	45830	35957	955	8919	22,33
13	Momento 3	Glifosato	0,48	5741	40332	34606	765	4961	22,03
14			1,44	5676	44714	37141	647	6926	22,17
15			2,40	6104	44308	37089	837	6382	21,93
16		HM	1,96	6321	51724	46646	399	4679	21,40
17			2,45	7169	40024	34822	752	4451	22,40
18			2,94	6678	52084	45318	878	5888	22,13

## Anexo N° 22: Resultados de los componentes de rendimiento para INIA Tacuarí.

Trt	Momento De Aplicación	Producto	Dosis kg i.a./ha	Panojas / m <sup>2</sup>	Número de granos				Peso 1000 g
					Totales/ panoja	Llenos/ panoja	Semillenos / panoja	Chusos/ panoja	
1	Momento 1	Glifosato	0,48	405	85	73	2	10	22,10
2			1,44	411	78	67	2	10	21,37
3			2,40	401	89	72	1	16	21,63
4		HM	1,96	425	97	82	1	14	21,87
5			2,45	484	90	78	1	12	22,43
6			2,94	484	86	70	1	15	22,43
7	Momento 2	Glifosato	0,48	405	83	74	1	8	22,13
8			1,44	418	98	86	1	11	21,90
9			2,40	464	81	68	1	11	22,13
10		HM	1,96	457	98	85	1	12	22,17
11			2,45	451	116	97	1	17	22,17
12			2,94	477	96	75	2	19	22,33
13	Momento 3	Glifosato	0,48	451	91	78	2	11	22,03
14			1,44	646	96	81	1	14	22,17
15			2,40	490	91	76	2	13	21,93
16		HM	1,96	549	95	86	1	8	21,40
17			2,45	646	87	76	2	10	22,40
18			2,94	471	110	95	2	12	22,13

Anexo N° 23: Resultados de calidad industrial de la variedad INIA Tacuari.

Trt	Momento de aplicación	Producto	Dosis kg i.a./ha	Blanco total	Entero %	Yeso		
						Quebrado %	Entero %	Total %
1	Momento 1	Glifosato	0,48	68,23	62,57	1,50	2,17	3,6
2			1,44	68,07	61,87	3,63	2,07	5,67
3			2,40	64,1	58,2	4,33	2,77	7,07
4		HM	1,96	70,07	64,43	2,37	3,50	5,87
5			2,45	69,57	65,17	1,87	2,70	4,57
6			2,94	68,37	63,5	1,77	2,53	4,27
7	Momento 2	Glifosato	0,48	68,33	62,7	2,20	2,20	4,40
8			1,44	68,83	63,7	3,50	3,03	6,50
9			2,40	68,33	63,63	2,50	2,97	5,43
10		HM	1,96	68,5	63,03	2,63	3,87	6,53
11			2,45	69,17	63,83	2,83	2,70	6,47
12			2,94	68,53	62,77	3,07	4,47	7,57
13	Momento 3	Glifosato	0,48	68,57	63,1	2,57	3,10	5,70
14			1,44	66,87	61,97	3,23	4,00	7,20
15			2,40	68,4	62,73	2,20	3,57	5,77
16		HM	1,96	69,13	64,63	1,20	2,60	3,80
17			2,45	68,6	62,77	1,93	3,57	5,53
18			2,94	69,7	64,67	0,90	2,73	3,63

## 9.5 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO 2.

Anexo N° 24: Rendimiento en grano de arroz.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	1949041	1,78	0,1864
Momento	2	5747316	5,24	0,0112
Producto	1	5337098	4,87	0,0352
Momento*Producto	2	562056	0,51	0,6041
Dosis	2	139599	0,13	0,8809
Momento*Dosis	4	1914851	0,18	0,9478
Producto*Dosis	2	195694	1,75	0,1917
Momento*Producto*Dosis	4	178625	0,16	0,9555
Error	30	1096478		

Anexo N° 25: Número de granos totales por metro cuadrado.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	125111339	2,13	0,1360
Momento	2	249045482	4,24	0,0236
Producto	1	737953302	12,56	0,0013
Momento*Producto	2	36049388	0,61	0,5479
Dosis	2	18951729	0,32	0,7267
Momento*Dosis	4	45805013	0,78	0,5470
Producto*Dosis	2	11619928	0,20	0,8216
Momento*Producto*Dosis	4	54520991	0,93	0,4605
Error	31	58757795		

## Anexo N° 26: Número de granos llenos por metro cuadrado.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	90550938	2,10	0,1390
Momento	2	228297054	5,31	0,0104
Producto	1	544123871	12,65	0,0012
Momento*Producto	2	1458496	0,03	0,9667
Dosis	2	54006	0,00	0,9987
Momento*Dosis	4	44037895	1,02	0,4106
Producto*Dosis	2	11646357	0,27	0,7646
Momento*Producto*Dosis	4	45065762	1,05	0,3989
Error	31	4302542		

## Anexo N° 27: Número de granos chusos por metro cuadrado.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	15856459	4,24	0,0235
Momento	2	911332	0,24	0,7851
Producto	1	14138213	3,78	0,0609
Momento*Producto	2	19378003	5,18	0,0114
Dosis	2	17461094	4,67	0,0169
Momento*Dosis	4	1783187	0,48	0,7523
Producto*Dosis	2	188461	0,05	0,9509
Momento*Producto*Dosis	4	1776802	0,48	0,7535
Error	31	3738171		

Anexo N° 28: Número de granos semillenos por metro cuadrado.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	579146	6,77	0,0036
Momento	2	155948	1,82	0,1786
Producto	1	6202	0,07	0,7896
Momento*Producto	2	361304	4,22	0,0239
Dosis	2	83889	0,98	0,3866
Momento*Dosis	4	71977	0,84	0,5099
Producto*Dosis	2	74866	0,87	0,4271
Momento*Producto*Dosis	4	59106	0,69	0,6041
Error	31	85602		

Anexo N° 29: Número de panojas por metro cuadrado.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	25710	5,59	0,0084
Momento	2	9668	2,10	0,1391
Producto	1	18761	4,08	0,0520
Momento*Producto	2	1131	0,25	0,7834
Dosis	2	1350	0,29	0,7475
Momento*Dosis	4	2399	0,52	0,7202
Producto*Dosis	2	1064	0,23	0,7947
Momento*Producto*Dosis	4	3285	0,71	0,5882
Error	31	4596		

Anexo N° 30: Número de granos totales por panoja.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	1598	5,74	0,0076
Momento	2	297	1,07	0,3561
Producto	1	1066	3,83	0,0596
Momento*Producto	2	162	0,58	0,5652
Dosis	2	41	0,15	0,8648
Momento*Dosis	4	359	1,29	0,2955
Producto*Dosis	2	20	0,07	0,9317
Momento*Producto*Dosis	4	166	0,59	0,6690
Error	31	279		

Anexo N° 31: Número de granos llenos por panoja.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	1680	8,05	0,0015
Momento	2	336	1,61	0,2164
Producto	1	761	3,65	0,0655
Momento*Producto	2	13	0,06	0,9396
Dosis	2	94	0,45	0,6419
Momento*Dosis	4	313	1,50	0,2262
Producto*Dosis	2	15	0,07	0,9319
Momento*Producto*Dosis	4	120	0,58	0,6824
Error	31	209		

Anexo N° 32: Número de granos chusos por panoja.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	32,65	1,87	0,1707
Momento	2	10,6	0,61	0,5506
Producto	1	26,76	1,48	0,2333
Momento*Producto	2	77,81	4,46	0,0198
Dosis	2	62,54	3,59	0,0397
Momento*Dosis	4	10,78	0,62	0,6526
Producto*Dosis	2	0,43	0,02	0,9754
Momento*Producto*Dosis	4	9,22	0,53	0,7151
Error	31	17,43		

Anexo N° 33: Número de granos semillenos por panoja.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	2.12	5,67	0,0080
Momento	2	0.30	0,81	0,4547
Producto	1	0.00	0,00	0,9703
Momento*Producto	2	1.56	4,17	0,0249
Dosis	2	0.22	0,59	0,5591
Momento*Dosis	4	0.42	1,13	0,3606
Producto*Dosis	2	0.33	0,90	0,4169
Momento*Producto*Dosis	4	0.42	1,13	0,3586
Error	31	0.37		

Anexo N° 34: Peso de los 1000 granos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	0,92	3,71	0,0349
Momento	2	0,14	0,55	0,5822
Producto	1	0,62	2,5	0,1230
Momento*Producto	2	0,43	1,72	0,1945
Dosis	2	0,11	0,46	0,6349
Momento*Dosis	4	0,23	0,92	0,4649
Producto*Dosis	2	0,84	3,36	0,0467
Momento*Producto*Dosis	4	0,13	0,51	0,7275
Error	34	0,25		

Anexo N° 35: Porcentaje de blanco total.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	1,91	0,53	0,5929
Momento	2	1,61	0,45	0,6430
Producto	1	24	6,57	0,0150
Momento*Producto	2	6	1,67	0,2034
Dosis	2	4	1,06	0,3585
Momento*Dosis	4	8	2,11	0,1010
Producto*Dosis	2	1,34	0,37	0,6916
Momento*Producto*Dosis	4	1,30	0,36	0,8327
Error	34	3,59		

## Anexo N° 36: Porcentaje de granos enteros

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	2,69	0,79	0,4637
Momento	2	2,71	0,79	0,4608
Producto	1	34	9,99	0,0033
Momento*Producto	2	15	4,34	0,0210
Dosis	2	3,37	0,98	0,3841
Momento*Dosis	4	8,02	2,34	0,0745
Producto*Dosis	2	0,98	0,29	0,7535
Momento*Producto*Dosis	4	2,30	0,67	0,6166
Error	34	3,42		

## Anexo N° 37: Porcentaje de yeso en quebrado sobre blanco total.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	1.32	1,46	0,2472
Momento	2	2.96	3,25	0,0511
Producto	1	8.40	9,23	0,0045
Momento*Producto	2	2.76	3,04	0,0611
Dosis	2	2.57	2,82	0,0734
Momento*Dosis	4	0.97	1,07	0,3865
Producto*Dosis	2	2.00	2,21	0,1257
Momento*Producto*Dosis	4	1.76	1,94	0,1270
Error	34	0.91		

Anexo N° 38: Porcentaje de yeso en entero sobre blanco total.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	1,79	0,94	0,4000
Momento	2	2,25	1,19	0,3173
Producto	1	1,31	0,69	0,4126
Momento*Producto	2	2,88	1,52	0,2333
Dosis	2	0,32	0,17	0,8436
Momento*Dosis	4	1,28	0,67	0,6142
Producto*Dosis	2	0,96	0,51	0,6074
Momento*Producto*Dosis	4	0,94	0,49	0,7395
Error	34	1,90		

Anexo N° 39: Porcentaje de yeso sobre blanco total.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	4,83	1,40	0,2597
Momento	2	3,52	1,02	0,3702
Producto	1	2,8	0,81	0,3732
Momento*Producto	2	10	2,91	0,0683
Dosis	2	3,46	1	0,3768
Momento*Dosis	4	2,43	0,71	0,5931
Producto*Dosis	2	5,73	1,67	0,2040
Momento*Producto*Dosis	4	4,67	1,36	0,2693
Error	34			

## Anexo N° 40: Porcentaje de granos verdes.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	2	1.30	0,04	0,9626
Momento	2	863	25,34	<,0001
Producto	1	46	1,34	0,2546
Momento*Producto	2	42	1,23	0,3053
Dosis	2	72	2,12	0,1353
Momento*Dosis	4	40	1,18	0,3362
Producto*Dosis	2	56	1,66	0,2059
Momento*Producto*Dosis	4	28	0,84	0,5119
Error	34	34.06		