

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DEL CULTIVO ANTECESOR EN LA PRODUCCIÓN
DE ARROZ EN EL NORTE URUGUAYO**

por

**Diego Enrique LLUBERAS PANISSA
Fabricio PIVETTA CAR BALLO**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Oswaldo ERNST

Ing. Agr. Guillermo SIRI

Ing. Agr. Andrés LAVECHIA

Fecha: -----

Autor: -----
Diego Enrique LLUBERAS PANISSA

Fabricio PIVETTA CARBALLO

AGRADECIMIENTOS.

Sentimos la necesidad de agradecer en primer lugar a nuestros familiares y amigos por su invaluable apoyo durante todo nuestro tiempo de formación tanto profesional como personal; como así también a los directores de tesis (O. Ernst y G. Siri) y demás docentes que hicieron posible que esta tesis saliera adelante.

También queremos hacer llegar nuestro agradecimiento a la firma Ottegui Hnos. y sus colaboradores quienes nos permitieron y nos ayudaron a realizar en su predio nuestro trabajo de campo.

Además a nuestros docentes de todos los niveles que nos dieron las herramientas para poder llegar a obtener el título que hoy hemos logrado y a los funcionarios que colaboraron para que pudiéramos avanzar año a año.

MUCHAS GRACIAS.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
 1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS DOS VARIEDADES DE ARROZ.....	3
2.1.1. <u>El Paso 144</u>	3
2.1.2. <u>Clearfield 161</u>	3
2.2. COMPETENCIA ARROZ – MALEZAS.....	6
2.2.1. <u>Aspectos generales de la competencia</u>	6
2.2.2. <u>Principales malezas del cultivo y sus características más relevantes</u>	7
2.2.3. <u>Densidad de malezas y rendimiento</u>	12
2.2.4. <u>Principios para el control de malezas</u>	13
2.3. EL PASO 144 Y LOS HERBICIDA MÁS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS.....	15
2.4. MONOCULTIVO DE ARROZ.....	17
2.5. ROTACIONES.....	19
2.5.1. <u>Rotación con cultivos anuales</u>	20
2.5.1.1. Rotación arroz – soja.....	22
2.5.2. <u>Rotación arroz - pasturas</u>	26
2.5.2.1. Enmalezamiento.....	28
2.5.2.2. Enfermedades.....	29
2.5.2.3. Propiedades químicas.....	31
2.5.2.4. Propiedades físicas.....	34
2.6. ANTECEDENTES.....	35
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	36
3.1. LOCALIZACIÓN E HISTORIA DE CHACRA.....	36
3.2. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN.....	37
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL, MODELO UTILIZADO Y TRATAMIENTOS.....	37
3.4. MANEJO DEL CULTIVO.....	39
3.5. DETERMINACIONES.....	42
3.5.1. <u>En suelo</u>	42
3.5.2. <u>En el cultivo</u>	42
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
4.1. FACTORES QUE AFECTAN EN EL DESARROLLO Y COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES.....	46

4.1.1. <u>Factores climáticos</u>	46
4.1.2. <u>Enfermedades y plagas</u>	51
4.2. DISPONIBILIDAD DE NITRATOS EN EL SUELO.....	51
4.3. IMPLANTACIÓN.....	52
4.4. CONTROL DE ENMALEZAMIENTO.....	52
4.4.1. <u>Infestación inicial con <i>Digitaria sanguinalis</i></u>	53
4.4.2. <u>Control químico de <i>Digitaria sanguinalis</i></u>	54
4.4.3. <u>Infestación inicial con <i>Echinochloa sp</i></u>	57
4.4.4. <u>Control químico de <i>Echinochloa sp</i></u>	58
4.5. COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ.....	67
4.5.1. <u>Altura y número de tallos</u>	67
4.5.2. <u>Componentes del rendimiento</u>	68
4.5.3. <u>Calidad de grano</u>	71
5. <u>CONCLUSIONES</u>	72
6. <u>RESUMEN</u>	74
7. <u>SUMMARY</u>	75
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	76

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.

	Página
1. Evolución de la materia orgánica	26
2. Evolución de las propiedades físicas	34
3. Historia de chacra	36
4. Precipitaciones mensuales en mm. media histórica y zafra	46
5. Precipitaciones pre y post Siembra.....	46
6. Horas de sol acumuladas por etapas del ciclo.....	49
7. Rendimiento y sus componentes para MC	68
8. Rendimiento y sus componentes para CL.	68

Figura No.

1. Temperatura mínima para la zafra 05-06 y para la serie histórica	47
2. Temperaturas media, máxima y mínima para la serie histórica y para la zafra 05- 06.	48
3. Heliofania. Promedio de la serie histórica y durante el ciclo del cultivo zafra 05-06	49
4. Evaporación de tanque A. Promedio para la serie histórica y para la zafra 05-06.....	50
5. Disponibilidad de N-NO ₃ ⁻ (ppm) en los primeros 20 cm del perfil a la siembra de arroz.	51
6. Número de malezas totales 18 días post- siembra (promedio CL y MC).....	53
7. Número de plantas m ⁻² <i>Digitaria Sanguinalis</i> 18 días post-siembra (promedio CL y MC).....	54
8. Número de plantas m ⁻² de <i>Digitaria Sanguinalis</i> 30 días post aplicación de herbicidas (promedio CL y MC).	55
9. Número de plantas m ⁻² de <i>Digitaria Sanguinalis</i> 30 días post aplicación de herbicidas para ambas tecnologías (promedio de todos los barbechos).	55
10. Número de plantas m ⁻² de <i>Digitaria Sanguinalis</i> 45 días post aplicación de herbicidas para ambas tecnologías (promedio de todos los barbechos).....	56
11. Evolución en el tiempo del enmalezamiento con <i>Digitaria</i> (promedio de las tecnologías).....	57
12. Número de plantas m ⁻² de capín macollado 18 dias post-siembra según antecesores.....	58

13. Número de plantas m ⁻² capín sin macollar 30 días post 1° aplicación de herbicida para ambas tecnologías	59
14. Número de plantas m ⁻² de capín macollado 30 días post- aplicación según antecesores	61
15. Número de capín macollado 30 días post-aplicación de herbicida para ambas tecnologías (promedio de todos los antecesores).....	61
16. Número de plantas m ⁻² de capín macollado 30 días post-aplicación de herbicida para las diferentes tecnologías según antecesores.....	62
17. Número de plantas.m ⁻² de capín macollado 45 días post- aplicación según antecesores (promedio CL y MC).	63
18. Número de plantas de capín macollado 45 días post- primera aplicación para ambas tecnologías (promedio de todos los antecesores.).....	64
19. Evolución en el tiempo del número de plantas de capín sin macollar según antecesores (promedio de tecnología).	65
20. Evolución en el tiempo del número de plantas de capín macollado.....	66
21. Altura de plantas en embuche diferenciado por tecnología.	67
22. Número de tallos a cosecha.....	67
23: Peso de mil granos para las tecnologías aplicadas.	70

Línea de tiempo No.

1.Manejo del riego	40
2.Manejo de herbicidas para las diferentes tecnologías	41

1. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de arroz es uno de los cultivos de verano de mayor importancia en el país, ocupando un área de siembra de 184.023 hectáreas (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005).

En el sistema de producción de arroz de Uruguay se requieren períodos de descanso, lo que determina ciclos de entrada-salida del mismo, mayoritariamente enmarcados en sistemas de rotación planificados por el productor. La investigación realizada en dicha encuesta indicó que el 71% del área, fue sembrada por productores que aplicaron algún esquema de rotación. Dentro de esta superficie, 57% del total, fue sembrado por productores que incluían las pasturas permanentes en sus rotaciones.

A pesar de esto, no hay información nacional que muestre si la productividad del arroz y el enmalezamiento del mismo varían según el esquema de rotación planteado, la duración del mismo y/o según las diferentes especies que compongan la rotación.

En general la duración de la “fase arroz” dentro de la rotación está limitada por el incremento del enmalezamiento que ocurre luego del segundo o tercer año, sobre todo por gramíneas anuales estivales como *Digitaria sp*, *Ecchinocloa sp* y la presencia de arroz rojo, maleza que tiene incidencia negativa tanto en la fase productiva como industrial.

Para solucionar estos problemas de enmalezamiento, se ha adoptado en nuestro país una nueva tecnología denominada Clearfield, la cual ha sido evaluada únicamente a nivel parcelario a nivel parcelario en el Este de nuestro país pero no a nivel comercial.

Los objetivos de este trabajo son:

- Estudiar el efecto de los diferentes antecesores sobre el enmalezamiento del cultivo de arroz y su producción.
- Estudiar el uso y el impacto de dos tecnologías diferentes en el cultivo de arroz. Un paquete tecnológico tradicional que abarca la variedad “El Paso 144” y los herbicidas más usados (Propanil, Quinclorac, Clomazone) y un paquete tecnológico recientemente lanzado que incluye una variedad mutagénica resistente a las imidazolinonas (“Clearfield 161”).

- Determinar si la rotación de arroz-pasturas tiene su único efecto sobre el enmalezamiento y por ende no es necesario utilizarla en la tecnología "Clearfield" o si afecta otros factores siendo esta rotación aun necesaria.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS DOS VARIEDADES DE ARROZ UTILIZADAS.

2.1.1 El Paso 144.

Es una planta semienana, tropical, de gran macollaje, con hojas erectas de color verde claro pilosas. Es una variedad de alto potencial de rendimiento, susceptible a bajas temperaturas .

En siembras tempranas es la variedad de mayor potencial de rendimiento; se adapta bien a las siembras directas (sin laboreo o laboreo mínimo) y en agua. Su vigor inicial es bajo aunque debido a su gran macollaje compensa poblaciones ralas y compite bien con las malezas (Gamarra, 1996).

El ciclo de siembra a floración es de 95 a 100 días y a maduración de 150 a 155 días .

Para controlar las malezas en esta variedad hay que considerar que las variaciones ambientales, el tipo de suelo, la fertilidad, el manejo del riego, entre otros, influyen tanto en el cultivo como en las malezas; pero los productos más comúnmente usadas son Propanil, Quinclorac y Clomazone, los que en repetidas ocasiones se usan en mezcla (Gamarra, 1996).

2.1.2 Clearfield 161.

Es una planta semienana, tropical, de grano largo y ésta, es la primera variedad de alto rendimiento y de excelente calidad tolerante a herbicidas de la familia de las imidazolinonas, con un herbicida específico denominado Kifix. En base a esto el arroz “Clearfield” representa la primera tecnología para la producción de arroz, que controla arroz rojo en el cultivo de comercial de forma selectiva.

Dicha tecnología combina el uso de una semilla tolerante, un herbicida y un programa de custodia.

El sistema de producción “Clearfield” ha sido desarrollado a través de técnicas de fitomejoramiento convencional. No introduce ADN de otras especies o reinos por lo tanto no es un organismo genéticamente modificado, y no pertenece al grupo de cultivos llamados transgénicos.

Provee un efectivo control de arroz contaminantes (como el “arroz rojo”) y brinda un control residual a un amplio espectro de malezas como las

ciperáceas, malezas de hoja ancha y gramíneas anuales y perennes (Williams et al., 2002).

El descubrimiento del arroz Clearfield.

En 1993, el Dr. T. Croughan del Centro Agrícola de la Universidad de Louisiana (LSU), identificó una línea fitomejorada de arroz tolerante a un herbicida de BASF. El Dr Croughan logró aislar esta línea resistente a través del uso de métodos innovadores de mejora genética. Este proceso, patentado por LSU y licenciado a BASF, resalta uno o varios alelos de ocurrencia natural en el genoma del arroz. De esta manera, se obtiene una semilla de arroz tolerante a un herbicida.

Sistema Clearfield.

Según la “Subcomissão de manejo de plantas daninhas”, de la Universidad Federal de Santa María, el sistema clearfield de producción de arroz irrigado, consiste en el uso de cultivares de arroz portadores de genes, que contienen resistencia a herbicidas del grupo químico de las imidazolinonas, a través de mutación inducida.

Esta tecnología constituye una alternativa promisorio para el control de arroz rojo; obteniéndose una elevada eficiencia en el control selectivo de arroz rojo, proporcionando niveles de control superiores al 95%. Para esto se realiza una aplicación en post emergencia temprana, cuando las plantas de arroz rojo se encuentran en el estadio de 3 a 4 hojas; a medida que se atrasa la aplicación la eficiencia del herbicida disminuye. El riego del área con lámina permanente de agua hasta el tercer día después de la aplicación del herbicida proporciona un mejor control.

Inicialmente después de la aplicación del herbicida se observa una toxicidad en las plantas de arroz, variable de moderada a relativamente elevada. Sin embargo el daño del herbicida a las plantas de arroz disminuye con el pasar del tiempo, no siendo mas detectado visualmente al florecer las plantas. El daño inicial causado por el producto no afecta el potencial de productividad de los cultivares “CL” recomendados para el uso en el sistema .

El uso combinado de la siembra directa después del cultivo mínimo del suelo, con el sistema “Clearfield”, aumenta la eficiencia final del control de arroz rojo, superando los niveles de control obtenidos con cada uno de los métodos usados por separado. Además del beneficio de mayor eficiencia, el uso conjunto de los dos sistemas, disminuye el riesgo de surgimiento de plantas de

arroz rojo resistentes al herbicida, una vez que se estará utilizando dos productos con diferentes mecanismos de acción desecante + imidazolinona.

El sistema “Clearfield” no puede ser encarado como una solución definitiva para eliminar totalmente las infestaciones de arroz rojo. Es una herramienta adicional que está disponible a los agricultores para ser complementada con otras técnicas de manejo. El éxito de esta tecnología depende de tres condiciones básicas: utilización de semillas de calidad, uso de herbicida recomendado y un programa de monitoreo de infestaciones de arroz rojo en las chacras. Dentro de los procedimientos a ser adoptados se recomienda no cultivar arroz CL en la misma área, por mas de dos años consecutivos (Congreso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2005).

Control de malezas.

Hasta ahora, imazethapyr es el único herbicida de imidazolinona registrado para el uso en el sistema Clearfield. Aplicaciones solas de este herbicida no han maximizado el control de las malezas. La bibliografía reporta que son necesarias dos aplicaciones de herbicida para que el control de malezas sea aceptable (Dunand et al., 2005). Es importante que la segunda aplicación del herbicida sea realizada antes de que el arroz rojo llegue a las tres o cuatro hojas.

Para tener éxito en el control, el manejo del agua es clave. Después de la aplicación del herbicida es necesaria la aplicación de una lámina de agua, antes de las 48 horas post aplicación, para activar el herbicida.

Outcrossing (polinización cruzada entre arroz comercial – arroz rojo).

Debido a que el arroz rojo pertenece al mismo género que el arroz cultivado (*Oriza*) existe la posibilidad de cruzamiento entre arroz Clearfield y arroz rojo. Si se permite que el arroz rojo florezca al mismo tiempo o en las proximidades del arroz “Clearfield” floreciendo también, el gene para la tolerancia a imidazolinonas puede ser transferido al arroz rojo. El Outcrossing compromete la longevidad del sistema de “Clearfield” seriamente. Por lo tanto, es sumamente importante que los productores tomen las precauciones necesarias para impedir el outcrossing. Es esencial que productores no reduzcan las dosis recomendadas y hagan una aplicación de tierra y otra post emergente para prevenir los escapes de arroz rojos. Es igualmente importante que los productores roten el arroz “Clearfield” con otros cultivos y usar herbicidas con modos alternativos de acción (Dunand et al., 2005).

La soja es tolerante a las imidazolinonas y puede ser cultivada en cualquier momento después de una aplicación de herbicidas.

Hay que tener en cuenta que la rotación con otros cultivos no “Clearfield” podría resultar perjudicial, si no se respetan los tiempos de espera luego de la aplicación del herbicida. Por ejemplo, maíz (no Clearfield), algodón y arroz (no Clearfield) no deben ser plantados dentro de 8.5, 18 y 18 meses respectivamente, luego de la aplicación del herbicida. El uso persistente del arroz “Clearfield” sin la rotación pondrá una presión de selección tremenda sobre el arroz rojo y llevara el arroz rojo a un Clearfield (Dunand et al., 2005).

2.2 COMPETENCIA ARROZ – MALEZAS.

2.2.1 Aspectos generales de la competencia.

Las malezas compiten en general de manera muy eficiente con el cultivo de arroz, por espacio, luz, agua y nutrientes. Esta competencia puede tener diferentes grados y en casos extremos puede llegar a la pérdida casi total del cultivo (Gamarra, 1996).

El cultivo de arroz sufre, frecuentemente, invasiones de plantas que afectan su crecimiento y su productividad. El suceso de esas especies invasoras depende de sus características fenotípicas y fundamentalmente de las fisiológicas. El sistema *Oryza sativa*- *E.crus-galli* supone una competencia entre plantas con metabolismo C_3 (*O.sativa*) y C_4 (*E. crus-galli*). Gramíneas de origen tropical presentan metabolismo tipo C_4 , con altas tasas fotosintéticas, elevada producción de materia seca y eficiencia en el uso del agua (Burnell et al., Hatch et al., citados por Fernandez et al., 1998).

El hábito de crecimiento de la maleza y su vigor, así como la población, período de competencia, momento relativo de la emergencia de la maleza y del cultivo, el cultivo en sí y las partes que son cosechadas, afectan las pérdidas causadas por las malezas.

La competencia de las malezas en los estadios tempranos de la estación de crecimiento normalmente deprime el rendimiento del cultivo, más que la competencia en otros momentos (Smith, citado por Fernandez et al., 1998).

Las condiciones que favorecen la germinación y el desarrollo de las plantas de arroz, también favorecen a la maleza, por lo que generalmente germina y emerge junto con el arroz, por lo tanto compite con el arroz desde tempranas etapas. La competencia por solo dos o tres semanas disminuyó el

rendimiento en algunos años y en algunas variedades. El capín por lo tanto debe controlarse tan pronto como sea posible luego de la emergencia (Smith, citado por Fernandez et al., 1998).

La competencia estará determinada por una serie de factores: a) densidad de malezas, b) cantidad de plantas de arroz, c) fertilidad del suelo o aplicación de fertilizante, d) variedad de arroz, e) tipo y características de la malezas, f) vigor del arroz y estado del ciclo que sufre la competencia, g) la duración del periodo de competencia, y h) distribución de las malezas (Gamarra, 1996).

La producción de arroz también es afectada en gran magnitud por la presencia del arroz rojo como planta no deseable; es maleza principal en Arkansas y Louisiana en EE.UU y en prácticamente toda América Latina es la causa de los bajos rendimientos y pérdidas de las cosechas del arroz comercial (Díaz et al., 2003).

El arroz rojo obstaculiza el desarrollo normal del arroz cultivado, compite con éste por el espacio vital, se nutre de los elementos que son aportados o existen en el suelo, vuelca las plantas del arroz comercial antes de la maduración, entorpece el proceso de cosecha, reduce la calidad molinera de la producción obtenida, e invalida los lotes destinados para semilla. Por pertenecer al mismo género y especie que el arroz cultivado, evade los efectos de los herbicidas graminicidas selectivos a este cultivo. Las pérdidas productivas, debidas a la incidencia del arroz rojo, sobrepasan el 60 % cuando la infestación es intensa. Diversos son los métodos que en el mundo se ponen en práctica para atenuar la incidencia del arroz rojo, siendo el fundamental la quema con herbicidas de acción total previo a la siembra del arroz comercial y, además, se implementan medidas complementarias para eliminar esta maleza tan perjudicial (Díaz et al., 2003).

2.2.2 Principales malezas del cultivo y sus características más relevantes.

Las principales malezas que afectan el cultivo de arroz se pueden clasificar de la siguiente manera: gramíneas anuales, gramíneas perennes, ciperáceas y malezas de hoja ancha (Del Puerto 1993, Gamarra 1996).

Gramíneas anuales.

- *Echinochloa cruzgalli* (capín).

Es una especie anual, probablemente de origen europeo y actualmente difundida por todo el mundo, siendo la maleza más importante en los arrozales

de la zona. La germinación coincide o precede a la del arroz y parece inhibirse en suelos inundados después del riego, aunque puede ser favorecida por los riegos temporarios (baños).

Las hojas iniciales son erectas y angostas y fácilmente diferenciadas de otras gramíneas por la falta de lígula. A los pocos días se inicia la brotación de macollos, comprimidos, vigorosos y más o menos horizontales inicialmente, si el cultivo es ralo, o decumbentes a erectos en cultivos densos. Las matas adultas alcanzan un metro o más de altura, con cañas de varios milímetros de diámetro, algo enraizadas en los nudos basales. Hojas con vaina finamente vellosa, a veces con ciliatillas hacia el ápice y el nervio medio prominente; láminas de hasta cuarenta centímetros de largo por hasta poco más de unos dos centímetros de ancho, agudas, algo blanquecinas en el haz sobre el nervio medio.

La inflorescencia es una panoja de diez centímetros de longitud, o algo más, que lleva de diez a quince espiguillas laterales, aproximadas o abiertas respecto del eje, que soportan las espiguillas de tres a cuatro milímetros de longitud con aristas de largo variable, aun en una misma planta. Las espiguillas se comportan como semillas y se dispersan enteras, con el antecio rodeado por dos glumas, una muy corta, y una lema estéril. Las primeras semillas maduras empiezan a caer a principios de marzo, pero aun a mediados de mayo hay muchas semillas maduras sobre las plantas.

➤ *Echinochloa colona* (capín).

El origen es el mismo que el de *E. crusgalli* y los caracteres muy parecidos. Se diferencian por el porte algo menor, la fructificación más precoz; hojas frecuentemente con bandas violáceas transversales. Su tallo puede ser rastrero a erecto y su altura varía de diez a sesenta centímetros; la inflorescencia es una panoja piramidal, de cinco a quince centímetros de largo, con diez espigas de dos a tres centímetros y las espiguillas carecen de aristas.

➤ *Echinochloa crus-galli*.

Es una planta muy similar a *E. crusgalli*, diferenciándose de esta por la panoja de mayor tamaño, generalmente curvadas y no erectas, las aristas de las espiguillas más largas, y por los antecios ligeramente más angostos. La inflorescencia es una panoja sub piramidal de diez a veinte centímetros de largo.

➤ *Digitaria sanguinalis* (pasto blanco).

No esta muy difundido en el cultivo, aunque puede competir en forma importante en las primeras etapas del ciclo. Es anual y se propaga por semillas. Muy macolladora, puede llegar a producir hasta 150.000 semillas por planta. Las semillas tienen buena persistencia en el suelo y pueden emerger de hasta seis centímetros de profundidad.

Germina en primavera y florece en verano y otoño. Su tallo rastrero puede alcanzar de treinta a setenta centímetros de altura. Las hojas son pilosas y sobre todo las vainas, que además presentan una coloración rojiza. Tiene una lígula membranacea blanca de hasta dos milímetros y carece de aurícula. La inflorescencia presenta de cuatro a diez racimos parecidos a espigas que se disponen como una mano.

Gramíneas perennes.

➤ *Paspalum hydrophilum.*

Es perenne, rizomatosa, glabra y erguida, pudiendo llegar a tener un metro y medio de altura. Los rizomas se extienden en forma horizontal, y los tallos son de cinco milímetros de diámetro. Las vainas son glabras y la lígula de tres a cinco milímetros. Las láminas de las hojas presentan una nervadura central blanca y van desde veinte a cincuenta centímetros de longitud por cinco a diez milímetros de ancho. La panoja es de diez a veinte centímetros de largo, con cuatro a diez racimos alternados de cuatro a ocho centímetros de longitud.

➤ *Luziola peruviana.*

Esta grama es de hábito acuático, presentándose en zonas muy húmedas o inundadas. Tiene la posibilidad de flotar con sus estolones en ambientes inundados. Se reproduce por semillas y estolones, presenta crecimiento vegetativo en los meses fríos y florece de noviembre a marzo. Los tallos son estoloníferos, de diez a sesenta centímetros de largo, de color verde con matices rojizos o violáceos. Las hojas son glabras con lígula membranacea grande, partida longitudinalmente.

➤ *Leersia hexandra.*

También es de hábito acuático y su distribución se limita a lugares húmedos o inundados. Es una planta perenne, se reproduce por semillas o por brotes de tallos rastreros y rizomas. Cuando las plantas se encuentran en suelo húmedo, forman matas que pueden llegar hasta un metro treinta centímetros de altura. Las hojas presentan lígula membranacea de cuatro a nueve milímetros de altura, la que termina en dos lóbulos. Las láminas son de base redonda que

se angostan hasta terminar en punta, de quince a veinte centímetros de largo, por cuatro a ocho milímetros de ancho.

Inflorescencias en panojas de cinco a doce centímetros, con espiguillas muy similares a la del arroz aunque de menor tamaño.

Malezas de hoja ancha.

Es un grupo muy heterogéneo que comprende todas aquellas malezas que no son gramíneas ni ciperáceas. Tienen menor incidencia en el rendimiento del cultivo que las mencionadas anteriormente.

➤ *Polygonum punctatum.*

Es una planta perenne, que se reproduce por semilla desde fines de primavera hasta el otoño. Tallos de treinta a noventa centímetros de color rojizo, rastreros a erectos y glabros, enraizantes en los nudos inferiores. Hojas glabras, alternas, lanceoladas, de hasta ocho centímetros de largo. Flor de dos a tres milímetros en racimos laxos, en el extremo de los tallos, de color blanco con pequeños puntos violáceos.

➤ *Polygonum lapathifolium.*

Planta introducida de forma y biología muy similar a la anterior. En el campo se la puede diferenciar por las hojas más largas y la coloración rosada de las flores.

➤ *Sagittaria montevidensis.*

Perenne o anual, se reproduce por semillas o propagada vegetativamente a través de tubérculos. Es una planta herbácea, carnosa, que presenta las hojas y flores por encima de la lámina de agua, con quince a ciento cincuenta centímetros de altura.

Ciperáceas.

Se trata de malezas de difícil control, ya que muchas de ellas se propagan por bulbos, rizomas y estolones.

➤ *Cyperus rotundus* (pasto bolita).

Planta perenne, se multiplica vegetativamente a partir de tubérculos y bulbos subterráneos; es raro que lo haga por semilla, ya que menos del 5% de ellas son viables.

Su porte es de entre quince a cincuenta centímetros y sus tallos son de diez a cuarenta centímetros de altura, de sección triangular, hojas de colores verde oscuro, brillantes con surcos longitudinales, de tres a cinco milímetros de ancho.

Tiene tres hojas en la base de la inflorescencia, que es típica de color rojizo.

➤ *Cyperus esculentus*.

Planta perenne, con reproducción mayoritariamente vegetativa a partir de tubérculos. La formación de semillas no es muy intensa y tienen cierta dormancia inicial, pero luego presentan alta viabilidad y conservan su poder germinativo por más de veinte años en el suelo.

➤ *Cyperus difformis*.

Es una planta de origen euroasiático que se ha dispersado como maleza del arroz en todo el mundo. Produce una gran cantidad de semillas y crece rápido formando densos manchones, en donde compite mucho con el arroz, especialmente en la fase inicial. El ciclo es muy corto, de aproximadamente treinta días.

Los tallos son delgados, de sección triangular, de treinta a sesenta centímetros de altura, generalmente con tono púrpura en la parte basal.

No presenta rizomas ni tubérculos, hojas escasas, lisas, las de la base de la inflorescencia son una corta y dos largas.

***Oriza sativa* L (arroz rojo).**

La descripción de esta maleza se ha dejado para el final, ya que su importancia justifica que se trate separadamente dentro de las malezas que afectan el arroz.

Se denomina bajo el nombre genérico de “arroz rojo” a una serie de arroces salvajes muy emparentados con el arroz cultivado y cuya principal característica distintiva, es la de poseer pericarpio de color rojizo o marrón. Es

una planta alta con respecto a las variedades modernas y de hojas ásperas de un color verde claro.

Es muy macolladora y de hábito decumbente, tendiendo a sobre salir e inclinarse sobre el arroz cultivado. Su identificación es difícil previo a la floración ya que solo se dispone como características distintivas, de la altura de la planta, su color y pubescencia, lo cual a su vez no es exclusivo del arroz rojo (Zorrilla, 1992).

Además del pericarpio rojo el arroz rojo tiene otros caracteres propios (Gamarra, 1996):

- Rusticidad
- Muy desgranador. Más del 70% ya desgranó cuando el arroz cultivado está maduro.
- Semilla con alta dormancia pero viable por muchos años.
- Plantas más altas y más precoces.
- Plantas y semillas pubescentes.
- Plantas de color verde claro.

Dentro de lo que se considera arroz rojo típico, se distinguen dos tipos bien diferenciados: arroz rojo cáscara negra y arroz rojo cáscara ocre.

2.2.3 Densidad de malezas y rendimiento.

La relación entre densidad de malezas y rendimiento del cultivo esta probablemente causada por la disponibilidad de recursos finitos como son la luz, nutrientes y el agua (Zimidahl, 1980). La información reporta que a medida que aumenta la población de malezas, mayor es la caída en el rendimiento. La relación encontrada difiere según los autores, siendo para Noda, citado por Fernández et al. (1998), curvilínea y para Chisaca, citado por Fernández et al. (1998), lineal, pero coinciden ambos de que existe una población máxima de maleza a partir de la cual no hay mayor efecto en el rendimiento.

Con infestaciones altas, la incidencia negativa en el rendimiento del arroz se aprecia fácilmente por su efecto en la perdida de plantas, un menor macollaje y vuelco. Pero con infestaciones menores, la disminución del rendimiento no es tan evidente y surgen dudas en cuanto a si se debe controlar o no. En este caso la decisión implica un conocimiento del nivel de daño esperado y del costo del tratamiento para evitar ese daño (Gamarra, 1996).

Se puede tener una idea de la incidencia sobre el rendimiento según el grado de infestación de malezas. Smith et al.; citados por Fernandez et al. (1998) encontraron que 11 plantas/m² de Echinocloa (capín) provocaban una disminución de 25% en el rendimiento del arroz, y con 275 plantas/m², un 79% menos. Baldwin et al., citados por Zorrilla (1992), encontraron que 22 plantas de arroz rojo por metro cuadrado disminuían el rendimiento del cultivo en un 50% y la calidad industrial en un 10%.

La importancia de la cantidad de plantas de arroz presente en la chacra se puede ver en el trabajo de Smith et al.; citados por Fernandez et al. (1998) quienes encontraron que con una población de 30 plantas de arroz/m² y 10 plantas de capín/m², se redujo el rendimiento en un 57%, mientras que esa misma densidad de capín en una población de arroz de 300 plantas/m², redujo el rendimiento en un 25 %.

La competencia de malezas no solo produce la disminución del rendimiento, si no que puede tener efectos indirectos como: a) mayor dificultad de cosecha y aumento de las pérdidas por saca pajas y zarandas de la cosechadora, b) disminución de la calidad del grano, en el caso de aparecer arroz rojo, o por manchado de granos provocado por el vuelco, o excesivo sombreado, c) mayor humedad del grano y mayor costo de secado, d) probabilidad de mayor incidencia de enfermedades y plagas por sombreado u hospedaje de patógenos e insectos en las malezas.

2.2.4 Principios para el control de malezas.

El control de malezas consiste en una integración de medidas preventivas, culturales, mecánicas y químicas destinadas a reducir la ocurrencia y el efecto competitivo de las mismas. El grado en que estos medios son usados individualmente o en combinación va a depender del problema en particular. Los herbicidas son usados una vez que ya han sido puestos en práctica los métodos preventivos, culturales y mecánicos de control de malezas.

Medidas para la prevención de la infestación.

Estas medidas son importantes debido a que pueden evitar los problemas de malezas antes de que éstos comiencen, sobre todo en campos nuevos, o para disminuir su propagación en casos de chacras ya infestadas.

Métodos para el control de la infestación.

_ Medidas de manejo:

- *Preparación de la tierra:* Una buena preparación de la tierra elimina muchas malezas y favorece una emergencia rápida y uniforme del arroz y las malezas anuales serán más fácilmente controladas.
- *Nivelación y drenaje:* La nivelación del suelo y la construcción de taipas en forma adecuada permite una altura uniforme del agua de riego, reduciendo la infestación de malezas y facilitando su control.
- *Época, densidad y método de siembra:* La época de siembra establece las condiciones en las que se va a desarrollar el cultivo y las malezas. Según (Gamarra, 1996) conviene sembrar más tarde y a mayor densidad las chacras más infestadas.

El método de siembra ejerce influencia sobre el crecimiento y el control de las malezas. El control cultural mediante la siembra en línea o al voleo es difícil, en cambio la siembra en agua permite un adecuado control al inhibir la germinación y el crecimiento de la maleza.

La siembra directa aparte de mejorar las oportunidades de siembra también permite tener una menor presión de malezas ya que se promueve una menor germinación del banco de semillas existente en el suelo.

- *Manejo del riego:* Los baños de emergencia y de inundación temprana como complemento de los herbicidas, son medidas decisivas para el control de malezas. Los baños tempranos favorecen la emergencia del arroz y del capín permitiendo de esta forma hacer un buen control inicial. De la misma manera una inundación temprana después del control químico nos evita re infestaciones posteriores.
- *Fertilización:* Tanto de nitrógeno como el fosfato estimulan el crecimiento de la maleza. Por lo tanto manejando el momento y el método de fertilización se puede beneficiar al arroz y perjudicar a las malezas. Para el caso del nitrógeno se puede retrasar su aplicación hasta el macollaje y será mucho más eficiente si para ese entonces las malezas ya han sido controladas.

➤ *Rotación de cultivos*: esta será tratada en otro ítem.

_ Control químico:

El control químico de malezas comprende el uso de herbicidas, los cuales son productos químicos fitotóxicos utilizados para destruir las plantas perjudiciales, inhibir o alterar su crecimiento o interferir y arruinar la germinación de su semilla (Mársico, citado por Gamarra, 1996).

Según Navarro, citado por (Gamarra, 1996) dos plantas de capín/m² son suficientes para justificar un tratamiento que las controle.

Los herbicidas son esenciales para que un programa de control sea efectivo. Su utilización junto a prácticas de manejo adecuadas, permite niveles de control superiores y en forma rápida.

El impacto económico de la aplicación de herbicidas no solo depende de la eficacia, sino también de la duración de la competencia previa a la aplicación, de la densidad de malezas y del efecto competitivo de cada tipo de maleza.

Según Smith et al.; citados por Fernandez et al. (1998), poblaciones de capín de entre 5 a 10 por m² podría ser suficiente para requerir control.

El principal método directo de control del arroz rojo (previo a la siembra), esta basado en la quema con productos químicos. Si bien esta práctica resulta efectiva, constituye una seria amenaza para el medio ambiente; y esto se agrava aun más si tenemos en cuenta que cada año el arroz rojo invade con más fuerza haciendo el daño ecológico mayor (Díaz et al., 2003).

2.3 EL PASO 144 Y LOS HERBICIDA MÁS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS.

La variedad “El Paso 144” y los herbicidas Propanil, Quinclorac, Clomazone y Bispiribac componen una de las tecnologías más tradicionales utilizadas para el cultivo de arroz.

De los herbicidas mencionados anteriormente, los tres primeros se utilizan generalmente en mezcla y aplicados en pre emergencia o post emergencia temprana. Por otra parte el Bispiribac se utiliza en caso de que se halla constatado un escape de las malezas a las aplicaciones realizadas anteriormente o en caso de re infecciones (post emergencia tardía).

El Porpanil es un herbicida que actúa por contacto deteniendo el crecimiento radicular, necrosando las hojas e inhibiendo la función clorofílica; integra el grupo de los herbicidas con categoría toxicológica III, de aplicación en post emergencia temprana, selectivo para el arroz y que controla gramíneas anuales y algunas malezas de hoja ancha. Las gramíneas deben tener de una a cuatro hojas, y las malezas de hoja ancha de cinco a siete centímetros y medio de altura.

El Quinclorac es un herbicida sistémico y de contacto, post emergente de efecto residual, selectivo para el arroz. Es absorbido por hojas y raíces de las malezas. Se puede aplicar en pre siembra, pre emergencia y post emergencia. La aplicación de este herbicida en post emergencia se debe realizar luego de que la planta de arroz tenga dos hojas ya que de lo contrario puede haber fitotoxicidad. Es preferible que las malezas no estén macolladas, aunque ha mostrado un buen control de capín macollado.

El Clomazone puede ser usado en pre emergencia como en post emergencia temprana. Se absorbe por el meristema apical de las malezas y por las raíces y actúa inhibiendo la síntesis de clorofila y carotenos. Tiene poca movilidad en suelo y alta persistencia, lo que implica un buen poder residual.

La mezcla de estos tres productos descriptos anteriormente amplía el espectro de malezas que controlan y tiene mayor efecto contra capín. Cabe resaltar que esta mezcla no es la única posible a realizar y que estos herbicidas no son los únicos disponibles en el mercado, sino que son una referencia a la hora de resolver los problemas de malezas.

En cuanto al Bispiribac, este es clasificado como un herbicida selectivo al arroz, y para aplicación en post emergencia tardía. El mismo actúa por traslocación, inhibiendo la actividad de la acetatolactato sintetasa la que es esencial para la biosíntesis de valina, leucina, isoleucina. La inhibición interfiere con la división celular y detiene el crecimiento de plantas sensibles.

Es de resaltar que junto con la aplicación de este paquete de herbicidas son claves el manejo del riego, las variaciones ambientales, la fertilidad y el tipo de suelo.

La aplicación de la lámina de riego inmediatamente luego de la aplicación de estos herbicidas asegura un buen control de los mismos y evita posibles reinfestaciones, las que en caso de manifestarse son de difícil control.

2.4 MONOCULTIVO DE ARROZ.

Gamarra (1996), resume una serie de problemas en el cultivo continuo de arroz y que empiezan a manifestarse si se planta por más de dos años en el mismo campo, usando la tecnología tradicional. Las principales dificultades son:

- pérdida de nutrientes y materia orgánica del suelo,
- deterioro de las condiciones físicas del suelo,
- infestación creciente de malezas,
- problemas de nivelación y drenaje,
- mayor incidencia de enfermedades y plagas.

Además, con el cultivo continuo de arroz, el suelo generalmente pierde su fertilidad y su materia orgánica. El resultante deterioro de las condiciones físicas del suelo, dificulta considerablemente la preparación de la tierra para la obtención de una buena cama de siembra. Además el suelo se va infestando progresivamente de malezas y enfermedades que disminuyen el rendimiento y la calidad del arroz (Litzenberger, citado por Priore et al., 1980).

Según Topolanski (1975), para el caso del arroz, como en el de cualquier otro cultivo, se cumple el siguiente concepto básico: la productividad y la calidad disminuyen en forma permanente con el mismo cultivo en el mismo terreno.

El mismo autor, encuentra que en la Argentina, sur de Brasil y Uruguay, es común la siguiente escala decreciente de producción en los arrozales de regadío sin rotaciones:

- 1º año: superior a 5000 kg/ha (arroz cáscara).
- 2º año: de 3000 a 4000 Kg/ha (arroz cáscara).
- 3º año: 2500 a 3000 Kg/ha (arroz cáscara).
- 4º año: alrededor de 2000 Kg/ha (arroz cáscara).

También menciona que con la continuidad del cultivo, además de que la fertilidad disminuye y la asimilación de nutrientes se dificulta, año a año aumenta la acción nociva de los enemigos del arroz, refiriéndose a insectos, hongos, nematodos, bacterias y virus.

Según Olofsdotter et al., citados por Larralde et al. (2002), el sistema de monocultivo de arroz se puede ver afectado por una auto intoxicación de sus propias especies (alelopatía), resultando en una disminución del rendimiento. La alelopatía es una influencia directa de un químico liberado por una planta viviente en el desarrollo y crecimiento de otra planta. Muchos supuestos aleloquímicos son encontrados en hojas de arroz y su rastrojo, en el rastrojo descompuesto, y en el suelo de arroz.

De acuerdo con Chou, citado por Larralde et al. (2002), la presencia de compuestos fitotóxicos de la descomposición del rastrojo de arroz, puede llegar a explicar por que la segunda época del cultivo de arroz rinde un 25% menos que la primer época del cultivo en Taiwan.

Anders et al. (2005), a partir de experimentos realizados en Arkansas obtienen valores de rendimiento en grano de 8010 kg/ha en el primer año de cultivo, el que desciende a 6650 kg/ha en el tercer año.

Deambrosi et al. (2004), estudiando la problemática de disminución de rendimientos en los rastrojos de arroz, definieron que los posibles factores que pueden estar incidiendo en mayor o menor medida sobre los rendimientos en los distintos años son los siguientes:

- Época de siembra.
- La época, período y condiciones de preparación del suelo.
- Los aspectos sanitarios, referentes a mayor disponibilidad de inóculo en los suelos.
- La mayor probabilidad de generar inicio de enfermedades, al inundar los cultivos en un período siembra – inundación más corto.
- Si la chacra antecesora fue sembrada con “El Paso 144”, sería esperable disponer de un nacimiento adicional de plantas generadas por el desgrane y/o pérdidas producidas en la cosecha previa; el exceso de tallos, puede determinar consecuencias en distintos aspectos del crecimiento y desarrollo posterior.
- Los problemas de enmalezamiento, no solo por la competencia que ejercen, sino también por que exigen la aplicación de herbicidas para su control; los productos y/o dosis manejados

son en general más agresivos, no solo con las especies objetivo sino también con el cultivo de arroz, pudiendo provocar algún disturbio temporal en el crecimiento del mismo.

En los años anteriores del experimento, los resultados obtenidos sugirieron que los efectos de la selección de una variedad para la siembra y/o de aplicación de un fungicida para incrementar los rendimientos, no resultan iguales en cualquier situación considerada. Por otro, que si se utilizan la época de preparación y siembra en los períodos más adecuados, se puede lograr productividades tan altas, como en otras situaciones de uso previo del suelo.

2.5 ROTACIONES.

La rotación de arroz con otros cultivos o con pasturas artificiales es una alternativa que debe ser analizada cuidadosamente en el momento en que se encara la producción de arroz.

En los suelos arroceros típicos de la zona este, los cultivos anuales y las praderas, surgen como una alternativa para seguir mejorando las condiciones de siembra del arroz, con la posibilidad de generar mayores beneficios .

Los mismos se deben considerar como cultivos secundarios y complementarios del arroz, que permiten acortar la frecuencia de éste en la rotación mediante un buen control de malezas y la mejora en las condiciones de nivelación, drenaje y estructura del suelo (Gamarra, 1996).

El arroz, al igual que la mayoría de los cultivos, responde favorablemente a la rotación con otros cultivos, pero éstos deberán ser cultivos adecuados, capaces de brindar beneficios (Topolanski, 1975).

Los enemigos del arroz necesitan el mismo ambiente que el arroz para crecer. Partiendo de esa premisa se procede a implantar un tipo de rotaciones para conformar un ambiente distinto (Topolanski, 1975).

Según Olaizola, citado por Topolanski (1975), además del beneficio directo que se obtiene en forma de productos pecuarios, las praderas y los cultivos forrajeros de leguminosas bien explotados restablecen la fertilidad del suelo y mejoran sustancialmente la estructura del mismo.

De acuerdo con (Gamarra, 1996), a partir de la década del 70 se comenzó a trabajar en alternativas tecnológicas para mejorar la producción de

arroz, analizando el laboreo de verano, mejor nivelación y drenaje y el uso de rotaciones con pasturas artificiales y con cultivos anuales. Los objetivos buscados por las rotaciones fueron: 1) aumentar la frecuencia de arroz en la rotación 2) disminuir los problemas del cultivo continuo, utilizando una tecnología de manejo mejorada 3) cambiar el barbecho poco productivo por opciones más productivas que pueden ser pasturas mejoradas, con lo que se aumenta en gran forma la producción de carne. También pueden ser otros cultivos, como maíz, sorgo y soja que se benefician por la infraestructura del arroz.

Mendez (1993), también menciona que las rotaciones en el área de producción arroceras comenzaron a instalarse en nuestro país en el año 1974. Los objetivos perseguidos por este sistema fueron: usar más intensivamente los recursos naturales, aumentando la frecuencia de siembra del arroz, utilizar la rotación para experimentación analítica, incrementar los rendimientos unitarios de los rubros involucrados en cantidad y calidad; como así también analizar y cuantificar el comportamiento de los rubros combinados.

2.5.1 Rotación con cultivos anuales.

Si bien se sabe que los suelos típicos de la zona arroceras del Este no son los más aptos para otros cultivos debido, a su drenaje pobre y riesgo de sequía en verano, existen factores que pueden mejorar estos problemas; como por ejemplo la infraestructura para riego que se posee en el arroz, puede ser usada para un cultivo alternativo en caso de sequía. Por otra parte la nivelación y el drenaje en chacras bien trabajadas, permite mejorar las condiciones en veranos lluviosos (Gamarra, 1996).

Los cultivos utilizados han sido soja, sorgo y maíz. Los dos primeros presentan ventajas para este tipo de suelo con respecto al maíz. Los resultados encontrados se resumen de la siguiente manera:

Ventajas para el arroz:

- control de malezas problema, especialmente gramas y arroz rojo.
- Mejora de la nivelación y drenaje.
- Ayudan a recuperar condiciones físicas del suelo.
- Aprovechamiento de la mayor fertilidad del suelo.

Ventajas para el cultivo alternativo:

- Posibilidad de riego en veranos secos.
- Utilización del P aplicado al arroz.
- Aprovechamiento de la maquinaria, mano de obra, e infraestructura disponible.

Desventajas para el cultivo de arroz:

- Competencia con el arroz por maquinaria, mano de obra y agua de riego en momentos claves.
- Algunas enfermedades pueden ser comunes a ambos cultivos como es el caso de Rhizoctonia en soja.

Desventajas para el cultivo alternativo:

- Rendimientos muy irregulares.
- Dificultad de drenaje en veranos lluviosos.
- Dificultad de salida del agua de riego, en verano secos.
- En general se siembran tarde ya que tiene prioridad el arroz.

La eficiencia de la rotación del arroz irrigado con cultivos de secano en el control de arroz rojo se fundamenta en dos aspectos:

- a) Modificación de las condiciones del suelo que favorecen el desarrollo del arroz rojo, principalmente por cambios de condiciones del suelo inundado, por suelo seco durante la estación de crecimiento.
- b) Efecto de los herbicidas alternativos utilizados en soja, maíz y sorgo; reduciendo el banco de semillas de arroz rojo en el suelo.

En un trabajo realizado por la consultora Asinagro conjuntamente con Agroindustrial S.A.¹ se probaron varias rotaciones de arroz con distintos cultivos anuales (maíz, sorgo, soja, rye grass), con el objetivo de seleccionar aquella rotación sustentable y que ataque el problema de arroz rojo, ya que la rotación tradicional arroz – pasturas mejoradas usada en los últimos veinte años en forma comercial no ha solucionado el problema y al contrario lo ha agravado.

¹ CONSULTORA ASINAGRO, CASARONE AGROINDUSTRIAL. (2002).
Proyecto Rotación arroz – cultivos alternativos. (Sin Publicar)

A partir de dicho trabajo se supo que la rotación más conveniente desde el punto de vista del control de arroz rojo y la sustentabilidad es, partiendo de campos con alta infestación, dos años seguidos de cultivos alternativos (maíz o soja) con laboreo convencional, laboreo de verano y glifosato de otoño, glifosato pre siembra, siembra directa de arroz preferentemente de la variedad El Paso 144 y evaluación del momento de siembra. En cuanto a los rendimientos, las limitantes para elevarlos se encontraron en los suelos, fecha de siembra, plagas y excesos hídricos.

El mismo trabajo, enfatiza que para combatir el arroz rojo es clave realizar la siembra de arroz con la tecnología de “siembra directa” ya que permite lograr un mínimo movimiento del suelo, de manera de no llevar a la superficie semillas de arroz rojo, que germinarían,

Según Ahmad et al. (2001), el cultivo de arroz en rotación con cultivos de leguminosas rindieron 0,6 a 1,1 t/ha más que las rotaciones cereal – cereal.

2.5.1.1 Rotación arroz – soja.

Según Evers et al., citados por Keppel et al. (1980), la soja se ajusta idealmente en rotaciones con el arroz. La maquinaria del arroz es fácilmente adaptable para la producción de soja. La secuencia en la preparación del suelo, siembra y cosecha son compatibles con la del arroz, y ambos cultivos necesitan suelos nivelados de fácil drenaje.

Realizando una rotación arroz – soja existe una mayor intensidad del cultivo, con lo que hay un aumento de la producción y una mayor racionalización en el uso de la tierra. También tiene algunas ventajas desde el punto de vista de la estructura del suelo, del drenaje, del sistema de riego, de la nivelación y del control de malezas, enfermedades y plagas (Oliveira et al., citados por Keppel et al., 1980).

Por otro lado, una de las desventajas de la rotación viene dada por sembrar soja en suelos de poco drenaje, lo que lleva al encharcamiento, y debido a estas condiciones a la aparición de enfermedades como Rhizoctonia, que pueden ser perjudiciales para el arroz.

Davies et al., citados por Keppel et al. (1980), estudiaron el efecto de varias rotaciones sobre la producción de arroz. Los experimentos se realizaron

en chacras con cuatro años de arroz consecutivo, siendo los tratamientos los siguientes:

- Arroz continuo.
- Un año de arroz y un año de barbecho.
- Un año de arroz y dos años de barbecho.
- Un año de arroz y un año sin arroz, con raigrás en cada uno de los dos inviernos.
- Un año de arroz y un año de soja.
- Un año de arroz y dos años de soja.

Lawrence, citado por Keppel et al. (1980), presentó un informe preliminar sobre los resultados de dichas rotaciones durante diez años, y en él señala, que los menores rendimientos fueron los de arroz continuo y los mayores rendimientos los del tratamiento con soja, específicamente los de la rotación un año de arroz – dos años de soja .

En el trabajo realizado por Asinagro – Casarone¹ se encontró que las principales limitantes a los mayores rendimientos de soja fueron los suelos, el exceso hídrico en etapa vegetativa, evaluación de materiales genéticos y uso de tecnología RR.

a) Enmalezamiento.

La rotación con soja permite una buena expectativa de control de malezas, como arroz rojo u otras gramas, en este caso en condiciones más bien secas. Este control se logra por medio de herbicidas adecuados y de carpidas sucesivas (Gamarra, 1996).

En base a investigaciones realizadas en la “Estación Experimental del Arroz”, “Los Palacios” (del INCA, Cuba) se pudo observar que la rotación de cultivos arroz - soja, y el laboreo de suelo por fangueo, permiten disminuir en dos años más del 98 % del banco de semillas de arroz rojo y mejorar sus condiciones fisicoquímicas, con lo que se logra incrementar los rendimientos del arroz cultivado de 1,5 a más de 5 ton/hectárea (Díaz et al., 2003).

¹ CONSULTORA ASINAGRO, CASARONE AGROINDUSTRIAL. (2002).
Proyecto Rotación arroz – cultivos alternativos. (Sin Publicar)

Erasmus et al. (2004), estudiaron dos rotaciones, una de arroz – soja y otra de arroz – descanso; ambas con una duración de cinco años. Allí compararon la composición de malezas presentes, donde encontraron para el arroz sin rotación 8 familias y 16 especies, siendo las que presentaron mayor importancia relativa *Cyperus iria*, *Murdannia nudiflora* y *Fimbristylis miliacea*; y en cambio para el arroz en rotación con soja existían 8 familias y 12 especies; siendo las más importantes *Cyperus esculentus*, *Digitaria horizontalis* y *Echinochloa colonum*.

Además se pudo verificar que en el área sin rotación predominaron las familias Poaceae y Compositae; mientras que en el área de rotación arroz – soja el mayor predominio fue de especies de las familias Poaceae y Cyperaceae.

El autor concluye que la utilización de un mismo sistema de cultivo en un área determinada por varios años, puede aumentar la presión de selección sobre las comunidades de malezas, seleccionando las especies más adaptadas al sistema de cultivo, y también favorecer el surgimiento de plantas resistentes a herbicidas.

b) Propiedades químicas.

Comenzando por el nitrógeno, (Gamarra, 1996) menciona, que en cuanto a la posibilidad de que la soja deje un residuo de N aprovechable por el arroz, resultados de la “Estación Experimental del Este” no han encontrado que esto ocurra, y se produce una alta respuesta a fertilizaciones con N en el arroz subsiguiente.

Por otra parte, Anders et al. (2004) mencionan que la rotación de arroz – soja afecta significativamente la captación del fertilizante nitrogenado por parte de la planta de arroz, siendo para dicha rotación, mayor la captación de fertilizante que para la secuencia arroz – arroz.

Olk et al. (2005) expresan que un cultivo de arroz, seguido por otro cultivo de arroz, rinde entre un 12 a 23 % menos que un arroz seguido de una soja, probablemente debido a una deficiencia de N en estadios tardíos del cultivo. El mismo autor menciona que la captación de nitrógeno por cultivos de arroz en rotación con soja, es mayor que los cultivos de arroz seguido de otro arroz. También a partir de otro experimento menciona, que los resultados del bajo rendimiento del arroz continuo se deben principalmente a la captación disminuida de N por parte del arroz continuo comparado con el arroz luego de una soja.

Olk et al. (2005) encuentran que la absorción del fertilizante nitrogenado marcado con N-15, ocurrió mayoritariamente durante los estadios tempranos del crecimiento del cultivo y fue mayor en la rotación soja-arroz que en la secuencia arroz-arroz, siendo la diferencia de 7 kg N/ha en primordio y de 14 kg N/ha a cosecha.

La absorción de nitrógeno no marcado del suelo, continuó a lo largo de la estación de crecimiento. Las diferencias en éste caso fueron de 6 kg de N/ha a favor de la rotación con soja en las etapas de primordio y en la etapa de 50% de “embarrigado”, y de 24 kg N/ha al momento de cosecha.

En cuanto al fósforo, no se encontró respuesta al agregado de éste nutriente luego de la soja, debido a que el nivel de P fue aumentando a través de los años en la rotación (Gamarra, 1996).

Jiang et al., citados por Palmer et al. (1990), estudiando el mejor uso del P residual en una rotación soja-arroz irrigado; concluyeron que cuando el fertilizante fosfatado era aplicado al cultivo de soja de secano, el P residual era suficiente para cubrir los requerimientos del siguiente cultivo de arroz irrigado. En contrapartida, la aplicación de P al cultivo de arroz irrigado no dejó un residuo de P suficiente para obtener el máximo rendimiento en la siguiente cosecha de soja.

En el trabajo realizado por Asinagro y Casarone Agroindustrial S.A.¹ se muestra que la rotación con soja u otros cultivos alterativos no deterioran el nivel de macronutrientes (P y K) en el suelo, por el contrario el mismo tendió a elevarse, en función de una adecuada fertilización y manejo de los rastrojos. Además al realizar rotaciones con cultivos alternativos se constató un alto nivel de materia orgánica, superior al 2,0%, situación no verificable para las chacras comerciales de arroz de la misma empresa.

Mahapatra et al., citado por Pandey et al. (1990) expresaron que en sistemas de cultivos en India, el P es aplicado a los cultivos de estación seca, como leguminosas para grano, en lugar de ser aplicado al arroz de estación húmeda, debido a que asumen que las leguminosas no pueden usar efectivamente el Fe-P, el cual es el producto mayoritario de la transformación del P luego del arroz irrigado.

¹ CONSULTORA ASINAGRO, CASARONE AGROINDUSTRIAL. (2002).
Proyecto Rotación arroz – cultivos alternativos. (Sin Publicar)

c) Propiedades físicas.

En cuanto a la “agregación” se puede señalar que suelos cultivados con soja son generalmente más sueltos y friables en comparación con suelos que vienen de otros cultivos (Weiss, 1949).

La soltura de un suelo que viene de tener soja, puede ser en principio atribuible a tres factores: a) el efecto, protector proporcionado por su follaje; b) a la rápida desecación del suelo dada su alta concentración de raíces; c) a un incremento en la agregación como resultado de la descomposición de nódulos y raíces.

En cuanto a la evolución de la materia orgánica, según Blanco et al., (2006) a partir de un experimento donde se estudiaron dos rotaciones de agricultura continua por doce años, concluyó que en ambas ocasiones la materia orgánica al final del experimento fue menor. Esto se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Evolución de la materia orgánica

ROTACIONES	EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA (%)	
	AÑO 1	AÑO 12
ARROZ - SOJA	2,1	1,7
SOJA - ARROZ - BARBECHO LABOREADO	2,1	1,5

Fuente: Blanco et al. (2006).

2.5.2 Rotación arroz - pasturas.

Desde los primeros esfuerzos por parte de la “Estación Experimental del Este” para difundir el sistema de rotación arroz – pasturas, esta ha pasado por varias etapas. La siembra de pasturas sobre rastrojos de arroz pasó de ocupar el 31% del área de arroz de “salida” (área que fue cultivada con arroz la zafra pasada y no lo será la siguiente) en la zafra 2001/02 a ocupar un 70% de dicha área (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005).

El modelo desarrollado por dicha estación consistía en dos años de arroz y cuatro de praderas, y demostró ser en su conjunto mucho más productivo que el sistema tradicional.

La técnica consiste en la implantación de gramíneas y leguminosas en cobertura directamente sobre el rastrojo de arroz recién cosechado, sin efectuarse labores preparatorias, y mediante siembra aérea (Mendez, 1993).

Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Siembra inmediata a la cosecha, lo cual permite adelantar en un año el pastoreo de la pradera, frente a otras alternativas de mejoramiento de rastrojos.
- Aprovechamiento de la fertilidad residual del cultivo.
- Seguridad de implantación, ya que los restos de paja ayudan a mantener la humedad del suelo, protegen contra heladas y evitan el endurecimiento de la superficie del suelo.
- No hay competencia inicial de malezas
- El uso del avión asegura la siembra en el momento oportuno, permite independencia del estado del terreno; es un método rápido y no compite con el uso de maquinas en la cosecha
- Bajo costo de siembra, por los factores antes mencionados.

Según Mendez (1993), para que esta técnica sea realmente efectiva, debe ir acompañada de una tecnología que permita una buena producción de ambos rubros, y rendimientos estables a pesar del aumento de la frecuencia del arroz. En este sentido, la nivelación y el drenaje de los suelos es imprescindible para la producción de arroz y la implantación y persistencia de las pasturas mejoradas.

Dentro de la rotación con pasturas, se evaluaron por parte de la Estación Experimental del Este dos tipos de rotaciones con ligeras variantes:

- Dos años consecutivos de arroz y cuatro años de pradera.
- Arroz – laboreo de verano – arroz y cuatro años de pradera.

En la primera rotación se observó un aumento de rendimiento del 16% en arroz luego de pradera, con una ventaja para el primer año de arroz con respecto al segundo.

La diferencia entre el primer y segundo año de arroz (16% a favor del primero) está explicada por el laboreo de verano para la siembra del primer año, en comparación al laboreo de invierno - primavera para el segundo. Además se halló una menor estabilidad en los rendimientos para el cultivo de segundo año.

La rotación con pradera no redujo los niveles de malezas y éstas se vieron favorecidas por los altos niveles de fósforo residual. No se encontró respuesta al fósforo en el primer año, mientras que si se encontró respuesta al nitrógeno (Mendez, 1993).

En cuanto a las especies forrajeras más utilizadas, (Gamarra, 1996) menciona a las siguientes:

- Trébol blanco (*Trifolium repens*): Es la más importante tanto en producción de forraje como en aporte de N a la pastura y al cultivo siguiente. Es bastante dominante sobre las demás especies, lo que a veces desequilibra la pradera y puede causar meteorismo.
- Lótus (*Lotus sp.*): Se implanta y persiste bien. Contribuye al forraje en el verano. En veranos secos su aporte es mayor cuando se limita el crecimiento del trébol blanco. En veranos lluviosos en general predomina el trébol blanco.
- Raigrás (*Lolium multiflorum*): Aumenta sustancialmente el forraje y ayuda al equilibrio de especies. Produce muy bien el primer año y tiene una persistencia satisfactoria.

La mezcla recomendada es la siguiente:

- Trébol blanco : 1,5 a 2,5 kg/ha.
- Lótus: 5,0 a 6,0 kg/ha.
- Raigrás: 10 a 15 kg/ha.

Cabe resaltar que la pradera no necesita de fertilización inicial, ya que aprovecha el fertilizante residual del arroz.

2.5.2.1 Enmalezamiento.

Una pradera bien drenada puede ayudar a disminuir la presencia de malezas perjudiciales para el arroz. Sin embargo la rotación con praderas no

reduce los niveles de malezas y éstas se benefician por los altos niveles de P residual. Si no se drena bien, puede haber proliferación de gramas que además aprovechan la fertilidad de la pradera. Aún en el caso de que se drene bien, se ha constatado un aumento de la incidencia de gramilla (*Cynodon*), que afecta luego la preparación de la tierra para el arroz y el trabajo de nivelación, y puede competir en las primeras etapas del cultivo.

Si la implantación de la pradera no es buena puede aparecer capín e inclusive arroz rojo y llegar a semillar si no se pastorea adecuadamente.

McIntyre (1985), en un experimento realizado en nueve chacras de arroz, en Australia, señaló que la mayor población de semillas de malezas viables, ocurrió en suelos de arroz continuo de larga historia agrícola; mientras que la menor densidad de malezas fue relevada en sitios donde se cultivaba arroz en rotación con pasturas. Sin embargo agrega que este patrón no ha sido consistente, ya que se encontraron un gran número de semillas de malezas acuáticas, en uno de los sitios donde se había rotado con pasturas. En base a esto, sugiere que otros factores de la rotación son de importante influencia en el banco de semillas de malezas.

Además encontró una relación estrecha entre el número de semillas del banco de malezas y su ocurrencia luego, en la flora de malezas del arroz. También encuentra, que un cierto número de especies semi acuáticas son tanto habitantes de las pasturas como malezas del arroz, por ejemplo, *Cyperus eragrostis*, *Rumex tenax*, *R. crispus*, *Juncus spp.*, y *Eragrostis parviflora*, lo que puede contribuir al banco de semillas durante la rotación con pasturas; sin embargo, esta sería muy limitada comparando con el potencial de aporte de semillas durante el cultivo de arroz.

2.5.2.2 Enfermedades.

Según Avila (2001) la “mancha agregada de las vainas” (o manchado confluyente de las vainas) *Rhizoctonia oryzae sativae* se ha convertido junto con la “podredumbre del tallo” – *Sclerotium oryzae* en las enfermedades más importantes para el cultivo de arroz en el país; a las que se ha convenido en llamarles “el complejo de enfermedades del tallo”.

En estos últimos años la incidencia de estas enfermedades ha ido en aumento, favorecidas por el uso más intensivo de los suelos de arroz, por los ciclos más cortos de las rotaciones, como así también por la dificultad de ocupar suelos nuevos en algunas zonas, como por ejemplo el Este.

Beldarrain et al. (2004), estudiando las poblaciones de esclerocios de *Sclerotium oryzae* en el suelo y su relación con la podredumbre del tallo, encontraron que los sitios que tuvieron un uso intensivo con cultivo de arroz en un momento de su historia, continúan teniendo un nivel elevado de inóculo luego de transcurrido varios años de menor intensidad de uso.

Además encontraron que los potreros con mayor intensidad de uso con arroz, en los últimos catorce años (6 y 8 cultivos en ese período), presentaron el doble de densidad de esclerocios de *Sclerotium*, que los potreros con menor intensidad (2 y 3 cultivos en ese período).

Además expresan que el hecho de que la densidad de inóculo de *Sclerotium oryzae* sea mayor en los sitios de historia intensiva que en los de historia no intensiva, en forma consistente a través de los años de investigación, estaría evidenciando que el cultivo de arroz con el tipo de manejo que se ha utilizado en los sitios estudiados, provoca un incremento en la densidad de este patógeno. Sin embargo, no se detectó aumento significativo del número de esclerocios en suelo entre las distintas zafras. En cambio, dos de los sitios estudiados tuvieron una disminución significativa.

Los valores medios del número de esclerocios en cada zafra, fueron significativamente menores en los sitios de uso no intensivo en todos los años. Se da por lo tanto, una asociación entre el cultivo de arroz durante 3 años consecutivos (sitio intensivo) y un alto nivel de inóculo de *Sclerotium oryzae* en suelo. Esta asociación se mantiene en cuatro de los cinco sitios de uso intensivo estudiados, aún cuando han transcurrido entre 6 y 10 años de rotaciones de menor intensidad (Beldarrain et al., 2004).

Por otra parte, el hecho de que no se haya producido aumento significativo en la densidad del inóculo entre las distintas zafras en los sitios estudiados, indicaría que las rotaciones realizadas en los años en que se llevó a cabo este estudio (rotaciones con praderas artificiales y verdeos de raigras), fueron más conservadoras con respecto al nivel de dicho inóculo en suelo.

El trabajo también muestra que la incorporación de residuos al suelo en años consecutivos, produce un incremento significativo de inóculo en el mismo. En este caso un incremento potenciado por la incorporación de residuos al suelo durante tres años consecutivos, pudo haber producido un aumento significativo del nivel de inóculo en los sitios de uso intensivo, el cual, luego de instalado se mantiene a lo largo de los años por la larga sobrevivencia de los esclerocios en el suelo. Este hecho podría explicar por qué los sitios que tuvieron tres años consecutivos de arroz continúan

comportándose como sitios de uso intensivo luego de transcurridos entre 6 y 10 años de rotaciones menos intensivas (Beldarrain et al., 2004).

Teniendo en cuenta que *Rhizoctonia* presenta la misma estrategia reproductiva que *Sclerotium oryzae*, sería esperable un comportamiento similar. La densidad de inóculo de *Rhizoctonia* mostró mayores niveles en los sitios con historia intensiva en la última zafra estudiada; pero este resultado no ha sido consistente a través de las distintas zafras (Avila et al., 2004).

2.5.2.3 Propiedades químicas.

Según Beecher et al. (1994), la fertilización nitrogenada y el uso de leguminosas forrajeras incrementan el tamaño del pool de nitrógeno mineralizable, por lo tanto proveen más nitrógeno para la utilización por el cultivo de arroz. Temprano en la estación de crecimiento había suficiente mineralización del nitrógeno nativo de suelo en las secuencias con pasturas, para estimular el crecimiento temprano vía incremento de la captación de nitrógeno. La secuencia de arroz continuo requirió fertilizante nitrogenado para producir el rápido crecimiento, mientras que el tratamiento no fertilizado tuvo un muy pobre crecimiento. Aplicando nitrógeno en las secuencias basadas en pasturas produjeron una más rápida acumulación de nitrógeno durante el crecimiento temprano.

Según De Datta, citado por Beecher et al. (1994) el suelo es la mayor fuente de nitrógeno para muchos cultivos de arroz tropicales. El promedio de mineralización de nitrógeno es dependiente de la temperatura (Broadbent, citado por Beecher et al., 1994), y para temperaturas ambientales como las de Australia donde el arroz es plantado bajo condiciones frías, la disponibilidad de nitrógeno podría tener un patrón diferente de liberación que en ambientes tropicales.

Bacon, citado por Beecher et al. (1994) identificó que la habilidad de aporte de nitrógeno por suelos, cae con el incremento del número de cultivos de arroz. Además revela que la secuencia de arroz continuo mineralizó 119 Kg N/ha, mientras que la secuencia con fase de pasturas mineralizó 246 Kg N/ha.

Beecher et al. (1994) a partir de experimentos realizados en Australia, pueden concluir como implicancias prácticas que el largo de la fase de pasturas (dominadas por tréboles) podría ser reducida (cuatro vs dos años) y todavía hacer contribuciones similares de nitrógeno a los sucesivos cultivos siguientes; además que los cultivos de arroz continuo podrían conseguir altos rendimientos similares a los del arroz de rotación con pasturas de leguminosas, con la adecuada aplicación de fertilizante nitrogenado y que esta aplicación de

fertilizante nitrogenado tendría que ser alta para poder conseguir rendimientos similares a los del arroz en rotación con pasturas leguminosas.

Además reportó que la rotación también afectó la mineralización neta, obteniendo en la secuencia de arroz continuo un constante decrecimiento con el paso de la estación del cultivo, mientras los tratamientos con pasturas tuvieron incrementos en la mineralización durante la mitad de la estación y declinaron al final.

Las secuencias de cultivos con base en pasturas rindieron significativamente más que las secuencias basadas en cultivos, pero hubieron pequeñas diferencias en el rendimiento del arroz seguido de dos o cuatro años de fase de pasturas. Estos resultados sugieren que la fase de pasturas de la rotación de arroz-cultivos, podría ser tan corta como dos años proporcionando la pastura alta productividad y con dominancia de trébol.

En cuanto a los rendimientos obtenidos Beecher et al. (1994) menciona que el máximo rendimiento en grano (14 % de humedad) fue conseguido por los tratamientos de pasturas fertilizadas, que rindió significativamente más que el tratamiento de arroz con fertilización continua.

Manejando el cultivo de arroz con altos rendimientos potenciales seguidos de cualquier secuencia de cultivos, éste necesita una fertilización basal de nitrógeno. Esto permitirá un rápido desarrollo vegetativo del cultivo de arroz, y de esta manera maximizar el uso de la radiación disponible durante esa fase. Dependiendo de la secuencia del cultivo, aplicaciones adicionales de nitrógeno podrían ser necesarias durante la fase reproductiva temprana para maximizar el crecimiento y conseguir el máximo potencial de rendimiento.

En cuanto al fósforo, es ampliamente pensado que el mismo tiene la habilidad de aumentar con las inundaciones; sin embargo, Willett, citado por Beecher et al. (1994) mostró que en suelos típicamente arcillosos, particularmente donde los niveles de fósforo y materia orgánica son naturalmente bajos, la liberación de fósforo puede ser deficiente para lograr buenos rendimientos.

Hernandez et al. (2003), cuantificaron la respuesta al agregado de fósforo en el cultivo de arroz bajo diferentes de historia de chacra. Dichas historias marcaron diferencias importantes en los niveles de fósforo asimilable de los suelos, evaluados por diferentes métodos. Para los suelos de la zona este-noreste (grupo A) los valores promedio encontrados fueron en orden creciente los siguientes:

- campo natural

- retorno largo (más de cuatro años sin arroz, luego de los cuales el campo recuperó el tapiz natural).
- pradera (cultivos sembrados luego de praderas de tres años con leguminosas con alguna fertilización baja durante el período).
- retorno corto (suelos donde el último cultivo fue arroz tres años atrás, luego de los cuales el campo recuperó el tapiz natural).
- rastrojo del año anterior.

Dicho orden guarda relación con la frecuencia y/o cercanía de la última fertilización con P.

Para los suelos de la zona norte, con influencia del basalto (grupo B), la secuencia no es tan clara, además de menores extracciones de fósforo por parte de todos los métodos, indicando dificultades analíticas.

Además, constataron que en aquellas situaciones donde existe menor residualidad de fósforo (campo natural y retornos largos) existe efecto positivo de la fertilización fosfatada. Los sitios con historia más reciente de fertilización fosfatada (cultivo previo de arroz y praderas) mostraron menor respuesta a la fertilización con fósforo, resultando ésta no significativa.

En referencia al potasio, si bien este nutriente antiguamente no tenía mayor relevancia en la producción de arroz, hoy debido a la intensificación en el uso del suelo a cobrado relativa importancia.

Estudios realizados por Deambrosi et al. (2004), demostraron que dicha intensificación del uso del suelo tanto por parte del arroz como por la ganadería (paso de cría a invernada intensiva) llevó a una disminución de los niveles de potasio en el suelo, llevando a que los niveles críticos de fertilización se debieran aumentar de 0,10 meq/100 gr de suelo a 0,15 meq/100 gr de suelo.

2.5.2.4 Propiedades físicas.

Según De Ambrosi et al. (2006) la rotación de arroz con pasturas mejoró la estructura del suelo pero no superó los valores originales si se

considera únicamente en horizonte A. Considerando el horizonte A y B la pastura mejoró la densidad aparente del suelo (valor menor) mejorando inclusive la situación inicial (campo natural).

_Esto se puede visualizar en el siguiente cuadro:

Cuadro 2: Evolución de las propiedades físicas

EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS			
<i>Densidad aparente (g/cm³) en horizonte A</i>			
Muestreo	Campo Natural	Pradera	Rastrojo
1	1,28	1,36	1,42
2	1,37	1,42	1,48
3	1,25	1,46	1,35
<i>Densidad aparente (g/cm³) en horizonte A + B</i>			
Muestreo	Campo Natural	Pradera	Rastrojo
1	1,57	1,50	1,72
2	1,57	1,53	1,64
3	1,62	1,55	1,70

Fuente: Deambrosi (2006).

2.6 ANTECEDENTES.

RIEGO.

En general el período de inundación del cultivo va desde el macollaje (30 días luego de la emergencia) hasta dos semanas antes de la cosecha. Esto implica noventa a cien días en los que el arroz permanece inundado. El consumo de agua se estima en 1,5 a 2,0 lts. de agua por segundo por hectárea. Si se utiliza una lámina de agua de diez centímetros el consumo total en cien días sería de alrededor de 15000 m³ por hectárea.

Además de ser un elemento fundamental para los requerimientos fisiológicos de la planta, influye en la emergencia e implantación del cultivo, la disponibilidad de nutrientes, el control de malezas y plagas y puede prevenir contra la incidencia de bajas temperaturas en períodos críticos.

Cuando la humedad del suelo no es suficiente para favorecer una buena emergencia se realizan baños tempranos, los cuales deben escurrir rápidamente de la chacra en no más de 48 horas.

Por otra parte, una de las funciones principales del agua de inundación es su ayuda en el control de malezas. Niveles bajos de agua o solo saturación favorecen el crecimiento de gramíneas, Cyperaceas y otras malezas, las que se ven perjudicadas con laminas mayores.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo comprendió un estudio a campo del efecto de diferentes cultivos antecesores sobre el enmalezamiento y la producción de dos variedades de arroz. Para esto se sembró arroz sobre pradera de primer, segundo y tercer año; y sobre rastrojos de arroz, de soja y sobre suelo en barbecho; en una superficie aproximada de 0.6 hectáreas.

3.1 LOCALIZACIÓN E HISTORIA DE CHACRA

El experimento estuvo instalado en el departamento de Salto, a 65 Km. hacia el noreste de la capital departamental, por ruta 31 en el establecimiento “El Junco” de propiedad de la firma Otegui Hnos.; en el año agrícola 2005-2006.

Los suelos fueron clasificados como Brunosoles éutricos típicos asociados a Vertisoles, de la unidad de suelo “Itapebí Tres Árboles” de acuerdo a la clasificación de suelos del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), División Suelos y Aguas.

A continuación se presenta la historia agrícola de la chacra:

Cuadro 3: Historia de chacra

Nº PARCELA	AÑOS						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	CULTIVOS ANTECESORES						Experim.
1	ARROZ	ARROZ	ARROZ	PRAD. 1º	PRAD. 2º	PRAD. 3º	ARROZ
2	ARROZ	ARROZ	ARROZ	SOJA	ARROZ	PRAD. 1º	ARROZ
3	ARROZ	ARROZ	ARROZ	ARROZ	SOJA	ARROZ	ARROZ
4	ARROZ	ARROZ	ARROZ	ARROZ	ARROZ	SOJA	ARROZ
5	ARROZ	ARROZ	ARROZ	SOJA	PRAD. 1º	PRAD. 2º	ARROZ
6	ARROZ	ARROZ	ARROZ	BARB.	ARROZ	BARB.	ARROZ

En el cuadro también se presentó el año en que se instaló el experimento (2006) con fin de ilustrar la secuencia de cultivos a través de los años.

Es importante resaltar (ya que puede incidir en los resultados) que la parcela Nº 4 que había sido sembrada con soja en el año 2005, en dicho año no tuvo un control aceptable de malezas y por este motivo llegó a sus etapas finales con un alto grado de enmalezamiento.

3.2 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

Las parcelas fueron laboreadas previo a la siembra con dos pasadas de excéntrica, para eliminar el “huellado” que la cosecha anterior había dejado debido a que la misma se había realizado con agua. Cabe resaltar que este laboreo fue realizado luego de realizar por 8 años la práctica de cero laboreo.

Se realizó un muestreo de suelo de cada parcela con taladro holandés, retirando cinco sub-muestras al azar de cada una, para conformar una muestra; llegando a un total de dieciocho muestras (seis de cada bloque por tres bloques).

Luego se efectuó la sistematización de la chacra, la cual constó de taipas a nivel y seis centímetros de intervalo vertical; una reguera transversal a los bloques y una ronda en cada bloque a los efectos de contener el agua en ellos.

Las dos variedades sembradas fueron “El Paso 144” y “Clearfield 161”, las cuales se tomaron como dos tecnologías diferentes ya que cada una de ellas posee su paquete de herbicidas para el control de malezas. En base a esto, el efecto que se cuantifica está compuesto por el cultivar y los herbicidas utilizados, por lo que se denominarán MANEJO CONVENCIONAL (MC) y CLEARFIELD (CL)

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL, MODELO UTILIZADO Y TRATAMIENTOS.

El diseño experimental utilizado fue en bloques divididos con seis tratamientos y tres repeticiones por variedad. La dimensión de cada parcela fue de trece por quince metros, la cual luego se la dividió a la mitad asignando a cada una, una variedad al azar.

A continuación se presentan las secuencias de cultivos evaluadas:

- Rotación tradicional de tres años de arroz – tres años de pasturas.
- Rotación que sustituye un año de pasturas por un año de cultivo de soja.
- Rotación que sustituye dos años de pastura por 1 cultivo de soja y 1 cultivo de arroz.

- Sustitución total de la pastura por soja. Agricultura continua arroz – soja. Dos años de arroz y uno de soja.
- Implantación de la pradera luego de soja; y luego arroz.
- Un año sin cultivo (barbecho) y un año arroz.

El modelo matemático utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + R_j + (VR)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2$ (variedades).

$J = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ (rastros).

donde:

- Y_{ij} = Variable aleatoria observable. Rendimiento.
- μ = media poblacional.
- V_i = efecto de el “i-ésimo” manejo.
- R_j = efecto del “j-ésimo” rastro.
- $(VR)_{ij}$ = efecto de la interacción.
- ε_{ijk} = error experimental.

Los EFECTOS DE MANEJO sobre la producción de arroz fueron evaluados como bloques divididos usando el PROC MIXED procedure of the Statistical Analysis System (SAS®). Los bloques y sus interacciones fueron considerados como efectos aleatorios y los diferentes tratamientos y sus interacciones como efectos fijos. Un nivel de significancia de $P \leq 0.10$ fue establecido a priori. Para evaluar el efecto del tratamiento se realizaron análisis de varianza y para la comparación de tratamientos se realizó comparación de medias a partir de mínima diferencia significativa (MDS) con la prueba t de Student.

Cabe resaltar que a partir del 10 de Febrero se constató la presencia de nutrias en el cultivo, las que progresivamente fueron llevando a la pérdida varias repeticiones, llegando en algunos casos a la pérdida total de algunos tratamientos. Debido a esto, al analizar los resultados se optó por evaluar los 6

tratamientos hasta la fecha mencionada anteriormente, y luego tomar las parcelas de rastros de pradera (que fueron los más afectados) como un solo tratamiento, ya que de otro modo no hubiera sido posible evaluarlos.

3.4 MANEJO DEL CULTIVO

Ambas variedades de arroz se sembraron el 1º de Noviembre del 2005, sobre suelo laboreado y sistematizado, con una sembradora de siembra directa "Semeato 320"; en líneas separadas a 17 centímetros.

Previo a la siembra se realizó la calibración de la sembradora para lograr la población deseada.

La variedad utilizada en el MC "El Paso 144" se sembró a una densidad de 130 Kg/ha con semilla certificada, mientras que la variedad "Clearfield 161" (en adelante "CI 161") se sembró a una densidad de 180 Kg/ha también con semilla certificada.

Ambas variedades llevaron una fertilización basal de 100 Kg de fertilizante 10-52-0.

El 18 de Noviembre se realizó la primera aplicación de los diferentes paquetes de herbicidas según la variedad. En el MC se aplicó 3 lts/ha de Propanil (Propanil 48), 1.5 lts/ha de Quinclorac (Exocet) y 0.8 lts/ha de Clomazone (Cibelcol) y para la variedad "CI 161" se aplicó 500 gr/ha de Ki, 50 cc/ha de Fix y 200 cc/ha de Plurafac.

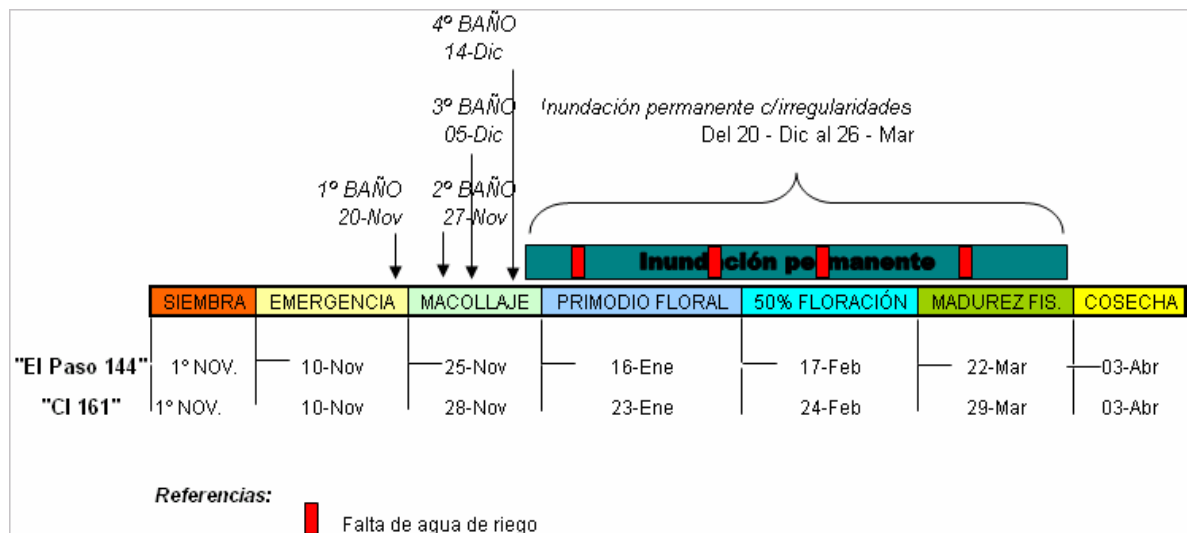
El 20 de Noviembre se realizó el primer baño, luego del mismo se realizó riego intermitente, para pasar a inundar el cultivo a partir del 20 de Diciembre. A partir de aquí permaneció el cultivo inundado hasta 15 días previos a la cosecha, con la salvedad de algunas irregularidades durante el riego.

Luego el 13 de Diciembre se realizó una segunda aplicación de herbicida en el MC de Nominee a 0.1 lts/ha con 300 cc/ha de Plurafac (coadyuvante).

En macollaje (20 de diciembre) y previo a primordio floral (5 de enero) se aplicaron 50 Kg/ha de urea (46-0-0) en cobertura y el 18 de enero se aplicó nuevamente urea (46-0-0) con el 50% del cultivo en primordio floral a la misma dosis.

En cuanto al manejo del riego, este lo podemos visualizar en la siguiente línea del tiempo:

Línea de tiempo 1: Manejo del riego



Se realizaron baños de emergencia; aplicando baños también luego de cada aplicación de herbicidas. Los baños realizados comenzaron el 20 de Noviembre 2 días luego de aplicado el herbicida. Posteriormente se realizaron baños los días 27 de Noviembre, 5 de Diciembre y el último baño fue el 14 de Diciembre luego de la segunda aplicación de herbicida realizada el 13 de Diciembre.

Dichos baños no fueron realizados de manera adecuada ya que la chacra no se encontraba bien sistematizada, ni bien nivelada, lo que provocó un mal drenaje de la misma y en algunas zonas donde el agua quedó estancada hubo muertes de plantas.

La inundación permanente del cultivo fue a partir del 20 de diciembre permaneciendo éste inundado por 96 días hasta el 26 de marzo, 1 semana previa a la cosecha.

Dicha inundación se realizó de forma inadecuada ya que no se logro mantener la chacra inundada permanentemente, y con una lámina de agua uniforme, debido al microrelieve, mala nivelación, sistematización, falta de personal y a la falta de agua. Cabe resaltar que el experimento se realizó dentro de un sistema comercial en el que faltó agua para riego como consecuencia del

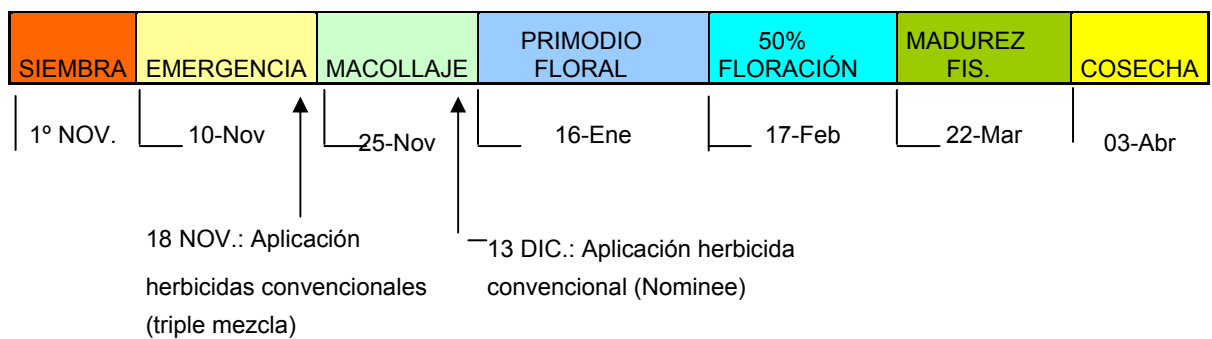
déficit de precipitaciones tanto durante la recarga de las represas como durante el ciclo del cultivo.

La cosecha de ambas variedades se realizó el 4 de Abril de 2006.

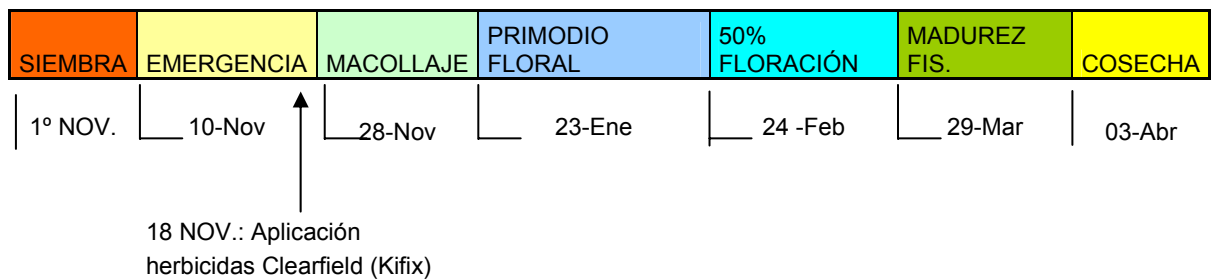
A continuación se presenta una línea del tiempo con la evolución de cada una de las tecnologías:

Línea de tiempo 2: Manejo de herbicidas para las diferentes tecnologías

EL PASO 144 - TECNOLOGÍA 1



CL 161 - TECNOLOGÍA 2



3.5 DETERMINACIONES

3.5.1 En suelo

Se determinó el contenido de N-NO₃ en suelo previo a la siembra; tomando muestras con taladro a una profundidad de 20 centímetros.

Las determinaciones en suelo se hicieron para cada tratamiento, y no se separaron por variedad ya que no existe efecto alguno de éstas sobre los valores de N-NO₃.

En el laboratorio de la EEMAC las muestras fueron analizadas para el cálculo humedad gravimétrica.

La determinación de N-NO₃ fue realizada en dichos laboratorios utilizando la técnica de electrodo de N-NO₃, con CaSO₄ como floculante, a partir de las muestras secadas (a 60 ° C durante 72 horas) extraídas en la chacra.

3.5.2 En el cultivo

Implantación

A los 18 días post-siembra se realizó el conteo de implantación, sin diferenciar variedades debido a que el objetivo no era comparar la implantación entre variedades sino tener un valor del número de plantas nacidas en general.

Debido a que la implantación no había sido pareja, se tomó la decisión de realizar el conteo al azar con un cuadro de 0.30 por 0.30 metros.

Conteo de malezas

El mismo día del conteo de implantación, se realizó un conteo de malezas. En la misma se relevó las malezas más importantes para el cultivo de arroz como ser *Digitaria Sanguinalis*, *Echinocloa colona*, *Echinocloa crusgalli* (diferenciando Echinocloas macolladas de las sin macollar), *Ciperáceas sp.*, y otras.

Este conteo se realizó de la misma manera que el conteo de implantación.

Conteo de plantas de arroz por variedad

El 10 de Diciembre se realizó un conteo de plantas de arroz, diferenciado por variedad y teniendo en cuenta si la planta estaba macollada o no.

El mismo se realizó al azar con un cuadro de 0.25 por 0.25 metros.

Conteo de malezas diferenciado por variedad

Este fue realizado el mismo día que el conteo de arroz por variedad, y de la misma manera.

Aquí se realizó un conteo para cada variedad para poder comparar así la efectividad de cada paquete de herbicidas (uno para cada variedad) aplicados previamente.

Selección de áreas para la cosecha

Debida a que el cultivo se encontraba muy heterogéneo en cuanto a número de plantas; el 28 de Diciembre se procedió a seleccionar áreas homogéneas dentro de cada variedad para todos los tratamientos. Dichas áreas tenían una dimensión de 2.0 por 1.0 metros y de aquí en más todas las mediciones se realizaron en esta área.

Conteo de plantas de arroz en áreas seleccionadas para cada variedad

Al mismo tiempo de la selección de “áreas para la cosecha” se fue realizando un conteo de las plantas de arroz para lograr la homogenización deseada y se fue registrando los datos.

Conteo de malezas en áreas seleccionadas para cada variedad

El 4 de Enero del 2006 (45 dpa) se procedió al último conteo de malezas en dichas áreas; desmalezando luego lo que el herbicida no pudo controlar. De modo que a partir de aquí los tratamientos son libres de malezas.

Conteo de tallos

El 9 de Febrero de 2006 se relevó el número de macollos en las áreas seleccionadas, para poder obtener el número de tallos por planta de arroz para ambas variedades.

Altura de planta

El 10 de Febrero se determinó la altura de planta en áreas seleccionadas. Esta fue realizada tomando la altura máxima de la parte aérea en tres puntos diferentes, para luego determinar una altura promedio por tratamiento y por variedad.

Número de panojas

Esta determinación se realizó en los laboratorios de la EEMAC, ya que la cosecha se había realizado a planta entera. Para determinar este número, se contó todas las panojas existentes en el área seleccionada para cada variedad.

Producción de materia seca por hectárea

Para realizar esta determinación se extrajo una muestra de materia fresca, luego se determinó su peso, se secó las muestras en estufa durante 120 horas a 60 °C, y de esta manera se obtuvo dicho valor.

Rendimiento

El día 4 de Abril se realizó la cosecha. Para la estimación de rendimiento se cosechó un área de 2 m², luego se realizó la trilla de forma manual, y por último luego de una pre-limpieza se determinó el peso de los granos.

Este peso fue corregido por humedad, llevándolo a un 13 % de humedad; expresándolo finalmente en Kilogramos por hectárea.

Peso de 1000 granos

En el laboratorio se extrajeron tres muestras de 100 granos cada una (para cada tipo de rastrojo) para luego determinar el peso de las mismas, calcular un promedio y llevarlo a peso de 1000 granos corregidos al 13 % de humedad.

Granos por panoja

A partir del rendimiento, del peso de 1000 granos y del número de panojas, se calculó los granos por panoja.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. FACTORES QUE AFECTAN EN EL DESARROLLO Y COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES.

4.1.1 Factores climáticos.

A. Precipitaciones.

El total de precipitaciones en la zafra fue inferior en 443 mm al promedio histórico (cuadro 4) el cual significo un 56% inferior.

Cuadro 4: Precipitaciones mensuales en mm. Media histórica y zafra 05/06.

Mes	Serie histórica (mm/mes)	Zafra 05-06 (mm/mes)
Noviembre	130	71.2
Diciembre	115.1	24.6
Enero	128.3	100.4
Febrero	123.9	33.7
Marzo	151.9	50.4
Abril	143.7	45.5
Total período	792.9	325.8

La diferencia antes mencionada se debe a la existencia de un déficit de precipitaciones en todos los meses, las que variaron desde 26% en Enero a 70% en Febrero meses de mínima y máxima diferencia respecto a la serie histórica.

Tanto los días de lluvia como la cantidad de lluvia registrada fueron inferiores a los ocurridos en un año promedio.

Cuadro 5: Precipitaciones pre y post Siembra.

Día	Mes	Año	Precipitaciones(mm)
3	10	2005	40.8
25	10	2005	20.7
5	11	2005	23.2
15	11	2005	8

Del día 5 al 25 de Octubre no se registraron precipitaciones lo que permitió una buena preparación del suelo. El 25 de Octubre se registraron 25mm lo cual aseguro una adecuada humedad del suelo al momento de la siembra que fue realizada el 1° de Noviembre.

La primera lluvia luego de la siembra fue el día 5 de noviembre, alcanzando la misma 23 mm registrándose luego una segunda precipitación el 15 de noviembre de 8 mm.

No obstante a pesar de haber existido precipitaciones luego de la siembra, las mismas no fueron adecuadas como para lograr una emergencia pareja.

B. Temperatura.

Las condiciones ambientales en las cuales se desarrollaron todas las etapas del cultivo fueron muy favorables, teniendo en cuenta que no se registraron temperaturas mínimas decádicas por debajo de 15 °C, salvo en la primera semana de Diciembre (Figura 1).

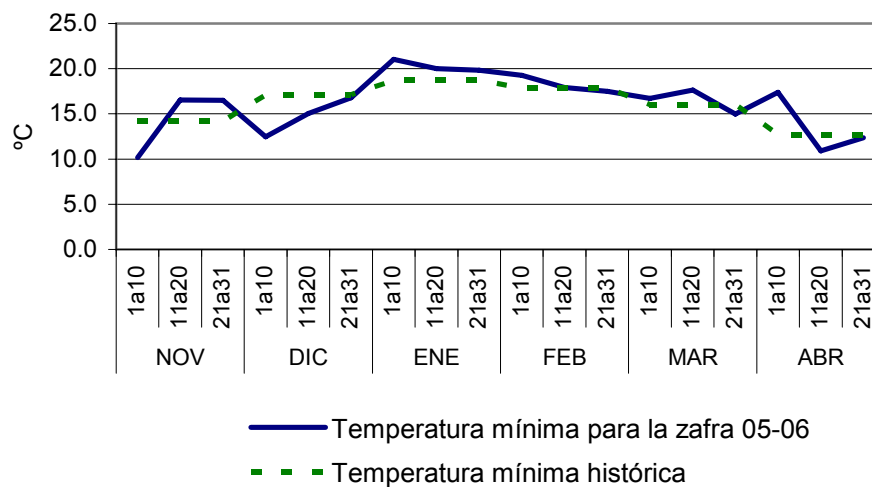
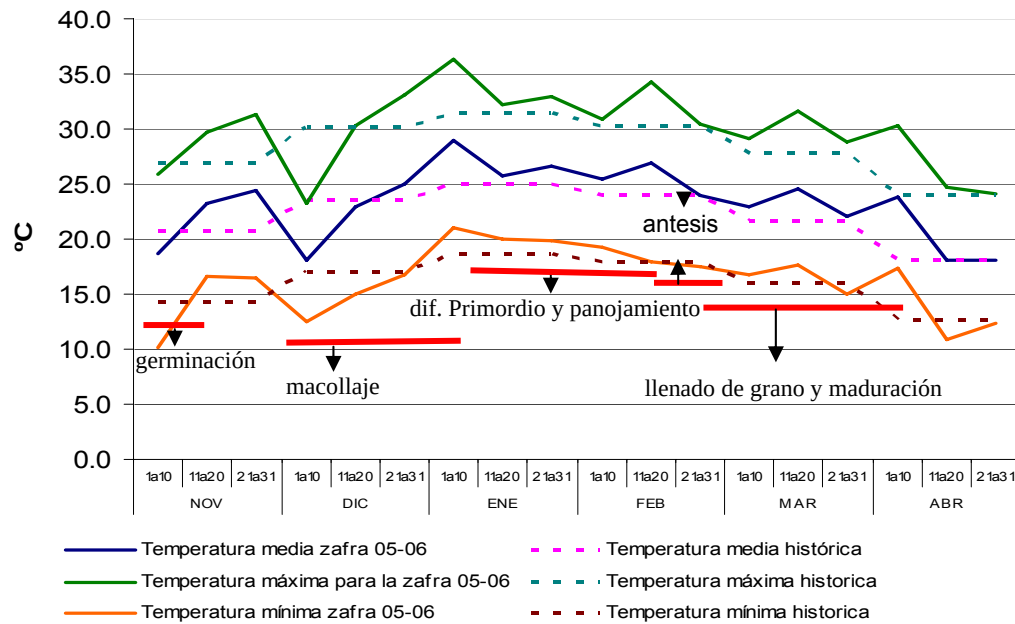


Figura 1: Temperatura mínima para la zafra 05-06 y para la serie histórica

Por otra parte, vemos que a lo largo de la zafra la temperatura mínima tuvo un comportamiento similar a lo que es la media histórica para el período.



— Temperatura mínima para diferentes estadios de desarrollo del arroz (Borghi et al., 2003).

Figura 2 : Temperaturas media, máxima y mínima para la serie histórica y para la zafra 05- 06.

Las temperaturas registradas durante la zafra no se apartan demasiado de los promedios de la serie histórica, aunque las temperaturas registradas durante la zafra 05-06 estuvieron por encima de lo que se considera un año normal (figura 2). En la figura 2 se ve además, las temperaturas mínimas toleradas por el cultivo de arroz según cada etapa del desarrollo y su momento aproximado de ocurrencia. Se aprecia que en ninguna de las etapas del cultivo existieron temperaturas mínimas por debajo del umbral tolerado, situándose en general en valores óptimos.

C. Radiación Solar.

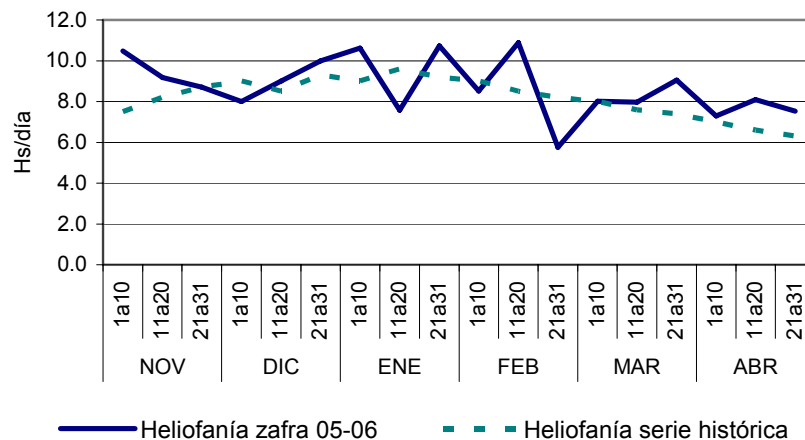


Figura 3: Heliofanía. Promedio de la serie histórica y durante el ciclo del cultivo zafra 05-06

Las horas de sol acumuladas durante los meses de Enero, Febrero y Marzo, registrados en la estación agrometeorológica “INIA Salto Grande” fueron superiores a las registradas en un año promedio. El promedio histórico para los tres meses mencionados, es de 765 horas de sol; mientras que para estos tres meses en este último año se registraron 800 horas de sol.

Cuadro 6: Horas de sol acumuladas por etapas del ciclo.

<i>etapa del ciclo</i>	<i>período comprendido</i>	<i>período evaluado</i>	<i>serie histórica</i>
<i>vegetativo</i>	1/11-15/01	704.6	624.3
<i>reproductivo</i>	16/01-17/02	318.8	290
<i>llenado grano</i>	17/02-3/04	370.2	353.8
<i>Total ciclo</i>	1/11-30/04	1393.6	1268.1

La cantidad de horas de sol acumuladas durante el ciclo del cultivo, es superior al promedio histórico para el mismo período (cuadro 6). La mayor diferencia ocurre en la etapa vegetativa, siendo esta 13% superior en el período evaluado respecto a la media histórica.

En la etapa reproductiva y durante el llenado de grano, lo acumulado fue levemente superior a la media histórica, 10% para la etapa reproductiva y 5% para el llenado de grano. Por lo mencionado no es de esperar que el potencial de rendimiento se haya visto alterado.

D. Evaporación tanque A.

En el gráfico 4 se presentan los promedios decádicos de evaporación del tanque A para la zafra 05/06 y para la serie histórica. Se aprecia una mayor evaporación respecto a la media histórica en todos los meses, solamente son inferiores en la segunda década de enero y en la primera y tercera década de Febrero, siendo ésta diferencia del entorno de 1 mm diario. Como contrapartida, durante el resto de los meses, la evaporación fue superior a la media histórica, alcanzando hasta 2 mm diarios de diferencia

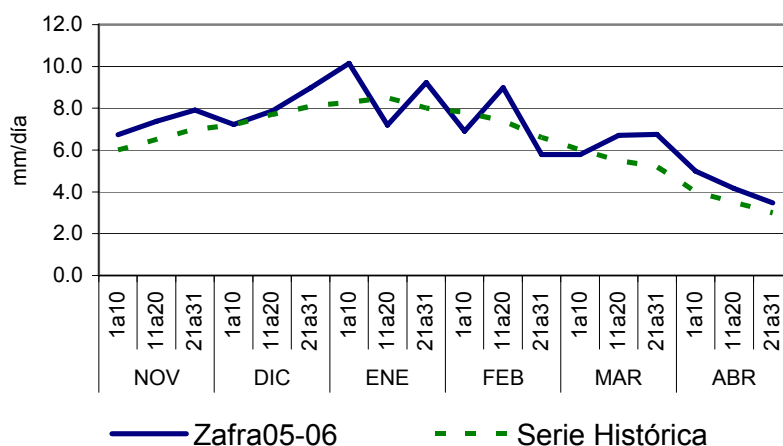


Figura 4: Evaporación de tanque A. Promedio para la serie histórica y para la zafra 05-06

4.1.2 Enfermedades y plagas.

Respecto a este punto no se registraron problemas ni se tomaron medidas de manejo diferenciales.

4.2. DISPONIBILIDAD DE NITRATOS EN EL SUELO.

En la siguiente figura se presenta la disponibilidad de N-NO_3^- en los primeros veinte centímetros del perfil, para los diferentes rastrojos.

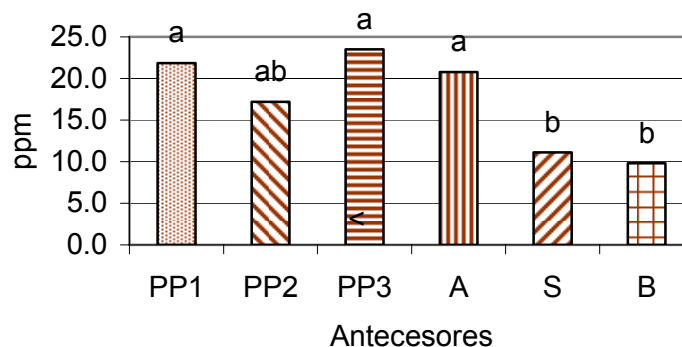


Figura 5: Disponibilidad de N-NO_3^- (ppm) en los primeros 20 cm del perfil a la siembra de arroz.

La concentración de N-NO_3^- en el suelo difirió significativamente entre antecesoros ($p = 0,076$). El antecesor que presentó mayor contenido de N-NO_3^- fue la pradera de tercer año sin diferir significativamente con la pradera de primer año y con el arroz continuo. En contraste el rastrojo que presentó menor valor fue el que permaneció en barbecho siendo no significativa la diferencia con el rastrojo de soja. A pesar de lo dicho anteriormente se puede apreciar también que todos los valores en términos absolutos fueron altos, lo que puede estar explicado por el laboreo realizado para la siembra.

El menor valor obtenido en el barbecho puede estar explicado por la inmovilización del rastrojo, absorción por parte de las malezas y el lavado de nitratos.

En cuanto al rastrojo de soja, el mismo también presentó un valor bajo, el que podría estar explicado por el enmalezamiento que afectó a la soja, las

cuales absorbieron el nitrógeno disponible y además a la hora de descomponerse causaron inmovilización.

4.3 IMPLANTACIÓN.

La implantación fue relevada a los 40 días post- siembra, y no presentó diferencias según el rastrojo antecesor ($P = 0,58$), y tampoco se encontró efecto de la interacción del mismo con MANEJO ($P = 0,17$). El efecto MANEJO fue significativo ($p = 0,096$) presentando mejor implantación CL que MC.

Para todos los tratamientos la implantación fue muy baja, en “MC” fue de 8,5 %, mientras que para CL fue de 10,7 %.

Esta pobre implantación, muy por debajo de los valores de referencia (50% de implantación) (Zorrilla 1992, Gamarra, 1996), se atribuye a la germinación de la semilla provocada por una lluvia de 23 mm., que solo humedeció los primeros cm del suelo y el rápido secado posterior del mismo. Esto se agravó al realizar un baño para la emergencia que, por mala nivelación, debió manejarse una lámina de excesiva profundidad.

4.4 CONTROL DE ENMALEZAMIENTO.

En sucesivos relevamientos de malezas, se encontró una dominancia importante de gramíneas anuales como *Echinochloa sp.* y *Digitaria sanguinalis*. También se encontraron, aunque en menor cantidad, *cyperaceas sp.*

Por otra parte en ninguno de los relevamientos se identificó malezas tales como *Oryza sativa L.* (arroz rojo), malezas de hoja ancha y otras gramíneas; las cuales están reportadas en la bibliografía como malezas importantes del cultivo de arroz.

Los resultados obtenidos a los 18 días pos siembra se presentan en la figura 6.

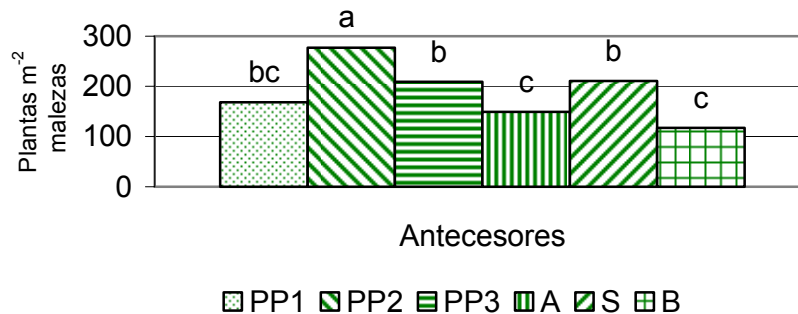


Figura 6: Número de malezas totales 18 días post- siembra afectado por diferentes antecesores (promedio CL y MC).

Existió un efecto significativo del antecesor sobre el número de malezas totales emergidas ($p = 0,003$), pero aun en el mejor rastrojo (barbecho) existían más de 100 plantas m⁻² de malezas.

La rotación de arroz – soja debería ser la menos infestada por malezas seguida esta por la rotación arroz – pasturas; luego el barbecho y por último el monocultivo (Díaz et al., 2003; Erasmo et al., 2004). Estos resultados estarían explicados posiblemente por el gran banco de semillas existente, el cual fue removido al practicar el laboreo. Cabe resaltar que este laboreo fue realizado luego de realizar siembra sin laboreo por 8 años. Bibliografía consultada menciona que la semilla de capín tiene un poder germinativo del 100 % después de siete años de almacenaje en seco y de 90 % después de tres años en laboratorio y en el suelo.

4.4.1 Infestación inicial con *Digitaria sanguinalis*.

En delante se presentan los resultados analizando por separado el efecto sobre el número de plantas de *Digitaria sanguinalis* y de capín diferenciando a este último en macollado y sin macollar.

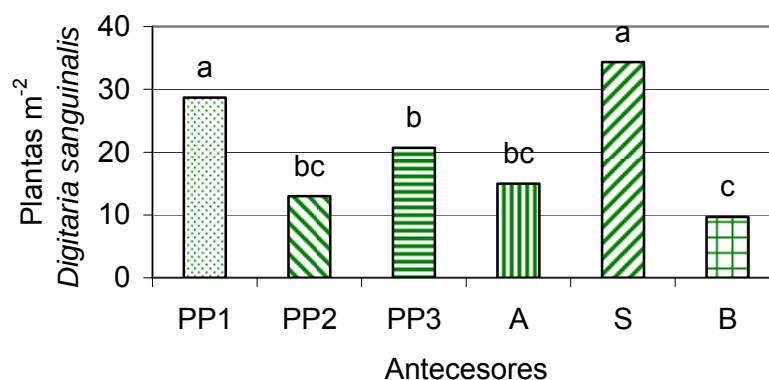


Figura 7: Número de plantas m^{-2} *Digitaria sanguinalis* 18 días post-siembra afectado por diferentes antecesores (promedio CL y MC).

El cultivo antecesor determinó diferencias significativas en el número de plantas de *Digitaria sanguinalis* ($p=0.0007$).

Como se observa el antecesor que presentó mayor número de *digitaria* m^{-2} fue el de soja, no siendo significativa la diferencia con la pradera de primer año; luego de estos el que siguió en cantidad fue la pradera de tercer año, no difiriendo significativamente de la pradera de segundo año y del arroz continuo; por otro lado el antecesor menos infestado fue el barbecho, no siendo significativa la diferencia con pradera de segundo año y arroz continuo.

La causa de que el arroz sobre antecesor de soja y de pradera de primer año sean los más enmalezados, no es consecuencia del laboreo ya que de ser así todos los antecesores deberían de tener alto número de *digitaria* m^{-2} . Este mayor enmalezamiento dado sobre dichos antecesores puede estar explicado porque tanto la soja como la pradera de primer año son los tratamientos que tuvieron más años de arroz en la rotación y para la soja esto se agrava aún más ya que el control de *Digitaria sanguinalis* en el cultivo de soja no fue bueno.

4.4.2 Control químico de *Digitaria sanguinalis*.

Luego de realizado el conteo a los 18 dps se realizó la aplicación de herbicidas correspondiente a cada "paquete tecnológico".

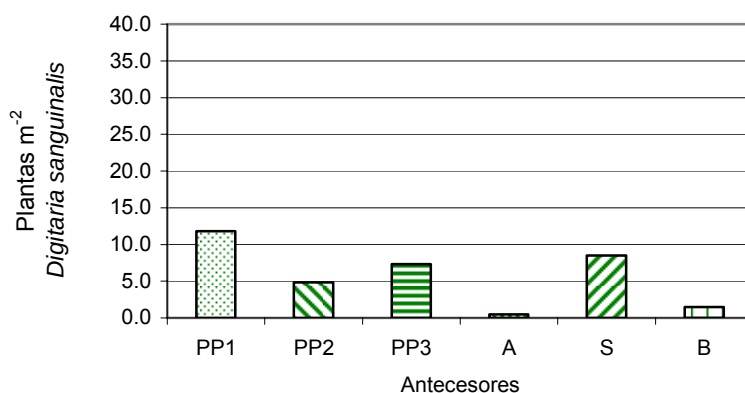


Figura 8: Número de plantas m^{-2} de *Digitaria sanguinalis* 30 días post aplicación de herbicidas según diferentes antecesoires (promedio CL y MC).

El número de plantas de *Digitaria sanguinalis* a los 30 días post-aplicación de herbicidas presentó diferencias significativas según el rastreo antecesor ($p = 0.07$), no habiendo efecto para las diferentes tecnologías y sus interacciones. Al analizar los antecesoires por la MDS no se encontraron diferencias, pudiendo estar explicado por el CV = 5.68 (alto, comparado con el número de plantas/ m^2 – de 2 a 12 -).

Las dos tecnologías utilizadas lograron un buen control del enmalezamiento con *Digitaria* (Figura 9).

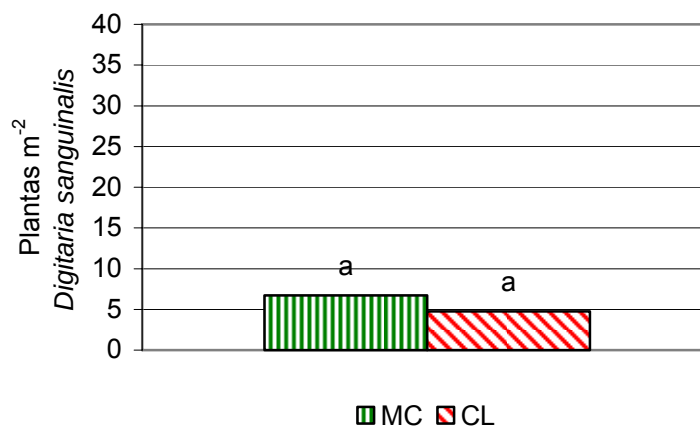


Figura 9: Número de plantas m^{-2} de *Digitaria sanguinalis* 30 días post aplicación de herbicidas para ambas tecnologías (promedio de todos los antecesoires).

NOTA:

MC: control de herbicidas convencional, CL: control de herbicida Clearfield.

El porcentaje de escape a los 30 días post aplicación de herbicidas para la tecnología 1 fue de 33% y para la tecnología 2 24%.

En la determinación realizada a los 45 días post – aplicación de herbicidas se eliminaron las diferencias entre antecesores ($p = 0.86$) y no se detectaron diferencias en el enmalezamiento residual entre tecnologías ($p = 0.11$) (Figura 10).

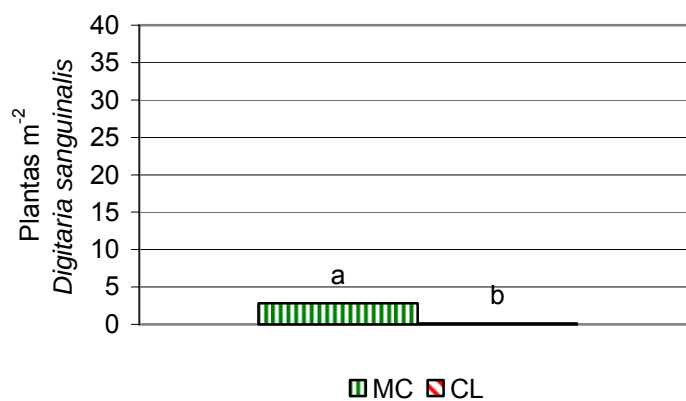


Figura 10: Número de plantas m⁻² de *Digitaria sanguinalis* 45 días post aplicación de herbicidas para ambas tecnologías (promedio de todos los antecesores).

A esta fecha el control para el MC fue de 86% y para el CL prácticamente no hubo escape siendo el control de esta tecnología mayor al 99 %.

En la figura 11 se observa la evolución del número de plantas m⁻² de *Digitaria* en 3 momentos: 18 días post-siembra, 30 días post-aplicación de herbicidas y 45 días post-aplicación de herbicidas.

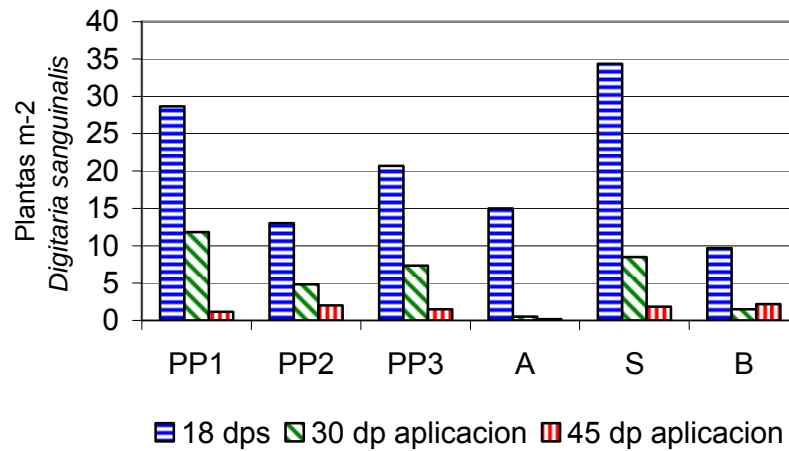


Figura 11: Evolución en el tiempo del enmalezamiento con *Digitaria sanguinalis* afectado por diferentes antecesores (promedio de las tecnologías).

Como puede apreciarse, el efecto del rastreo antecesor se fue perdiendo con el tiempo resultando buenas ambas opciones tecnológicas para el control de esta maleza, pero obteniendo un porcentaje superior al 90% solo en CL (MC: 86 % y CL: 99%, respectivamente).

Cabe resaltar que los buenos valores obtenidos coinciden con lo esperado en materia de control, aunque para el MC no se halla llegado al 90 % de control que era lo deseado.

4.4.3 Infestación inicial con *Echinochloa sp.*

El enmalezamiento con capín, se cuantificó considerando su estado de desarrollo fenológico (sin macollar y macollado).

No hubo diferencias en el número de plantas de capín sin macollar entre los diferentes antecesores ($p=0.99$), tampoco hubo diferencias en el número de plantas macolladas ($p=0.5$) (Figura 12).

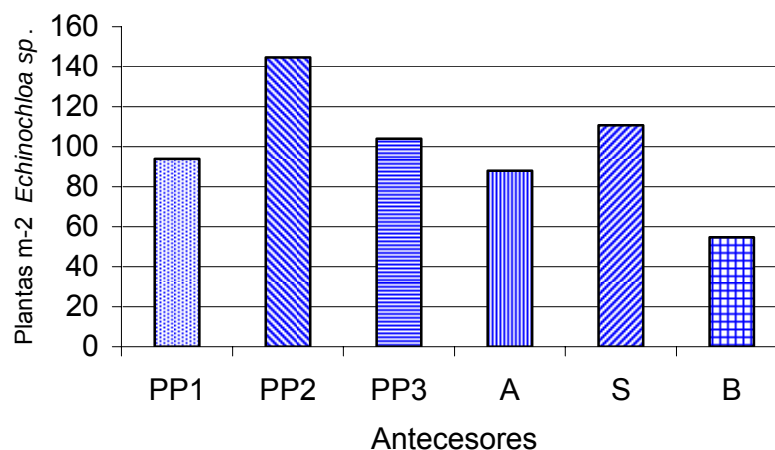


Figura 12: Número de plantas m² de capín macollado 18 días post-siembra según antecesoires

La siembra de arroz sobre pradera de segundo año determinó mayor número de capines macollados, difiriendo esta significativamente del barbecho, el cual fue destacado como el menos infectado por esta maleza. Esta diferencia en el desarrollo de la maleza es importante en determinar el resultado del control químico, e implica en algunos casos dosis más elevadas para las malezas de mayor desarrollo, o en otros casos, donde el desarrollo ya es importante, son necesarios otros herbicidas más específicos para tal desarrollo.

4.4.4 Control químico de *Echinochloa sp.*

_ Residualidad de los tratamientos sobre *Echinochloa sp.*

A los 30 días post – aplicación no hubo efecto de los antecesoires ($p=0.6$) sobre el número de malezas sin macollar, pero si hubo un efecto de la tecnología ($p=0.04$). No se cuantificó interacción antecesor por tecnología ($p=0.8120$). Esto implica que los antecesoires no modificaron la tasa de emergencia de nuevas plantas en forma diferencial, pero que la residualidad de las tecnología sí fue diferente (Figura 13).

El número de capín sin macollar a los treinta días post - aplicación es mayor que a los 18 días post –siembra esto se debe a que por un mal manejo del agua hubo una reemergencia de capín.

Esta reemergencia también es reportada por Burnell et al., Hatch et al., citados por Fernandez et al. (1998); los que mencionan que al no tener una lámina de agua uniforme en el cultivo se presentan nuevas infecciones de *Echinochloa sp.*, ya que al ser especies C4 compiten más eficientemente por el agua que el arroz (especie C3).

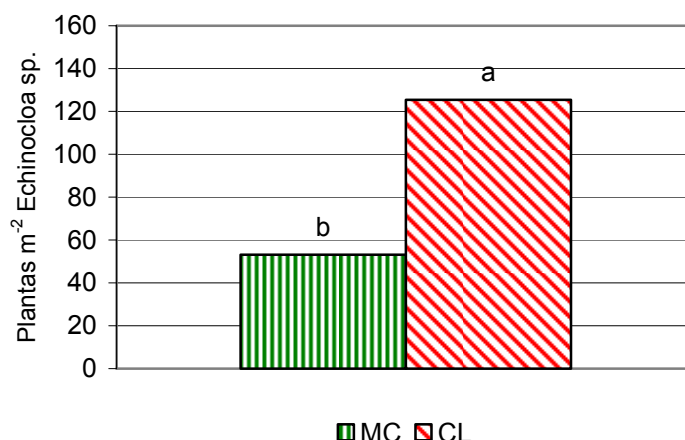


Figura 13: Número de plantas m⁻² capín sin macollar, 30 días post 1º aplicación de herbicida para ambas tecnologías de control de malezas (promedio de los antecesores).

A los 30 días pos aplicación de herbicidas (48 dps) había más de 50 plantas m⁻² de capín en el MC, la cual estuvo integrada por la aplicación de Propanil, Quinclorac y Clomazone a los 18 dps más Nominee a los 43 dps. La tecnología 2, no logró contener la aparición de nuevas emergencias, cuantificándose 100 plantas/m² de capín.

El porcentaje de control para capín sin macollar a los 30 días post-aplicación de herbicidas no se lo pudo calcular, porque cuando se realizó el conteo había más número de capines a los treinta días post aplicación (48 dps) que a los dieciocho días post siembra; por lo que se registró una re infestación de capín. Lo que se puede aportar es un porcentaje de control estimado visualmente que rondó en un 65 a 75% para el MC y en un 80 a 90 % para el CL. Es importante resaltar en este punto que los herbicidas presentaron un bajo poder residual, agravado por un mal manejo del agua de riego.

Cabe resaltar aquí que la bibliografía enfatiza que el herbicida Kifix muestra una alta residualidad en un amplio espectro de malezas . Es importante destacar que menciona que el manejo del agua es clave cuarenta y ocho horas luego de aplicado el herbicida; para obtener un buen control y para que se manifieste una buena residualidad.

Por otra parte, la aplicación del herbicida Kifix sobre la variedad “CL 161” provocó un efecto fitotóxico sobre el cultivo, el cual sufrió por esta causa un retraso en su ciclo, lo que contribuyó al aumento de la re infección.

Este efecto fitotóxico sobre la planta de arroz es reportado en la bibliografía por la “Subcomissão de manejo de plantas daninhas”, de la Universidad Federal de Santa María. La misma menciona que después de la aplicación del herbicida se observa una toxicidad en las plantas de arroz, variable de moderada a relativamente elevada pero sin embargo el daño del herbicida a las plantas de arroz disminuye con el pasar del tiempo, no siendo mas detectado visualmente al florecer las plantas. El daño inicial causado por el producto no afecta el potencial de productividad de los cultivares “CL” recomendados para el uso en el sistema.

Si bien la bibliografía no hace referencia a si la toxicidad causa algún retraso en el crecimiento del cultivo en este experimento se lo ha constatado y se pudo observar que dicho retraso favorece a la re infección de malezas, agravado por la baja residualidad que presentó el herbicida.

_ Control de capín.

En referencia a las plantas de capín macolladas 30 días post – aplicación, y que por lo tanto refieren a fallas en el control de plantas ya presentes 18 dps, no hubo efecto de los cultivos antecesores ($p=0.1130$), ni de la interacción antecesor tecnología ($p=0.2861$), pero si hubo un efecto de la tecnología ($p=0.0249$); lo que se puede apreciar en la figura 15.

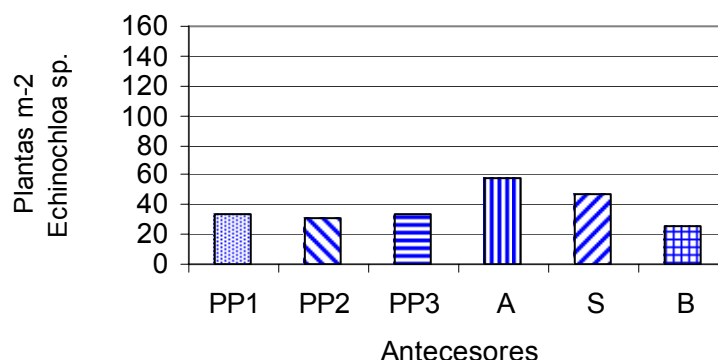


Figura 14: Número de plantas m⁻² de capín macollado 30 días post- aplicación afectado por diferentes antecesores.

El antecesor que presentó mayor número de capín macollado/m² fue el arroz continuo, no siendo significativa la diferencia con el de soja, este ultimo a su vez no difiere con ninguno de los restantes. Por otro lado el antecesor más limpio fue el barbecho siendo significativa la diferencia con el arroz continuo.

A los treinta días post aplicación de herbicidas no se encuentra el mismo orden según el grado de enmalezamiento que el que había a los 18 dps, por lo que implicaría un porcentaje de control diferente sobre una situación inicial también diferente.

El número de plantas fue significativamente superior en el MC (Figura 15).

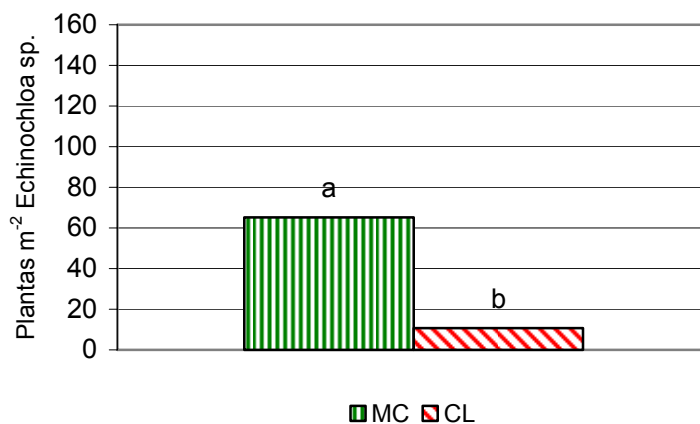


Figura 15: Número de capín macollado 30 días post-aplicación de herbicidas para ambas tecnologías de control de malezas (promedio de todos los antecesores).

El escape de plantas de capín para la tecnología 1 fue de 66 % mientras que para la tecnología 2 fue de 11%. (34.3% y 89% de control respectivamente).

Esta diferencia entre el resultado por tecnología no interactuó con el antecesor (Figura 16).

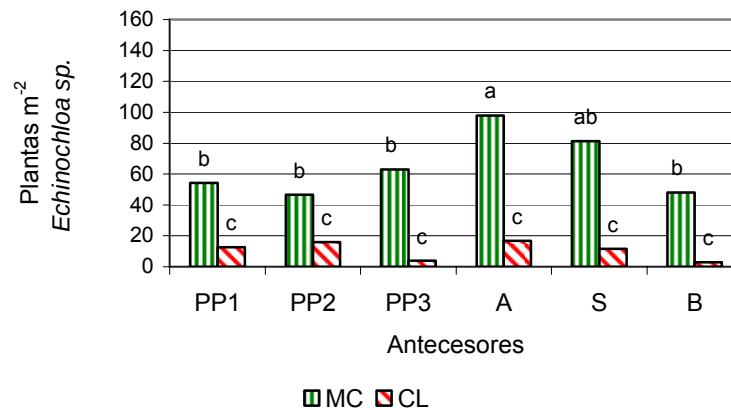


Figura 16: Número de plantas m⁻² de capín macollado 30 días post-aplicación de herbicida afectado por dos tecnologías de control de malezas (MC y CL) y diferentes antecesores.

Debido a que en el MC tuvimos un bajo porcentaje de control 34.3% con la primera aplicación de herbicidas (triple mezcla) se decidió la aplicación de otro producto (Nominee) para el control de las plantas de capín macollados que habían escapado de la primera aplicación, debido a que estas conformaban una población de tamaño suficiente como para reducir el rendimiento en un buen porcentaje.

La bibliografía es consistente en señalar que 70 plantas de capín/m² provocan una disminución del rendimiento de un 55 %, el cual ya es un porcentaje muy elevado por lo que necesita un control inmediato (Smith et al., citados por Fernandez et al., 1998). El mismo autor reporta que con 11 plantas de capín/ m² ya es necesario y redituable realizar un control ya que lo contrario la reducción del rendimiento podría ser de un 25 %.

Del mismo modo, Navarro, citado por (Gamarra, 1996), menciona que con nueve plantas de capín/ m² la reducción del rendimiento es del 30 %.

En base a lo presentado anteriormente, podemos decir que fue acertada la decisión de realizar una segunda aplicación de herbicidas en el MC.

Para capín sin macollar a los 45 días post-aplicación no hubo efecto de los antecesores (P=0.17) tampoco un efecto de la tecnología (P=0.17) ni de la interacción antecesor tecnología (P=0.39), por lo que todos los tratamientos lograron un control aceptable.

El número de capín sin macollar a los 45 días de aplicado por primera vez el herbicida, es un 77% menor si lo referimos al conteo luego de los 30 días de aplicado el herbicida. Esto se debe a que algunas plantas de capín pasaron a estar macolladas, otras fueron controladas por la lámina de agua (a pesar de que la misma no fuera uniforme y constante en el tiempo) y para la tecnología 1, controladas por la nueva aplicación de herbicida.

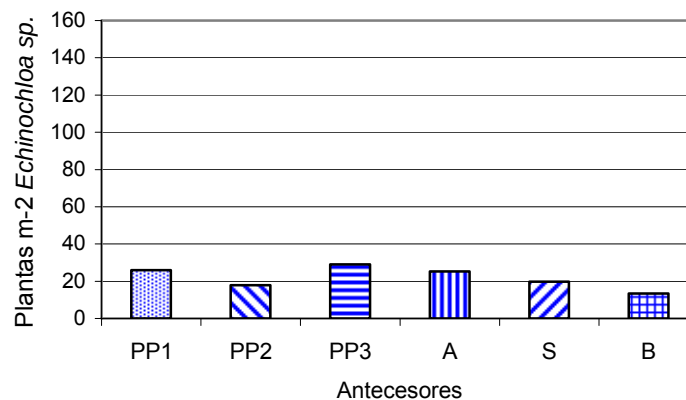


Figura 17: Número de plantas m⁻² de capín macollado 45 días post- aplicación afectado por diferentes antecesores (promedio CL y MC).

Para capín macollado a los 45 días post -aplicación de herbicidas no hubo efecto de los cultivos antecesores (P=0.1658) ni de la interacción antecesor tecnología (P=0.3246), pero si hubo un efecto de la tecnología (P=0.09).

Separando esto por tecnologías tampoco hubo diferencias en el resultado final.

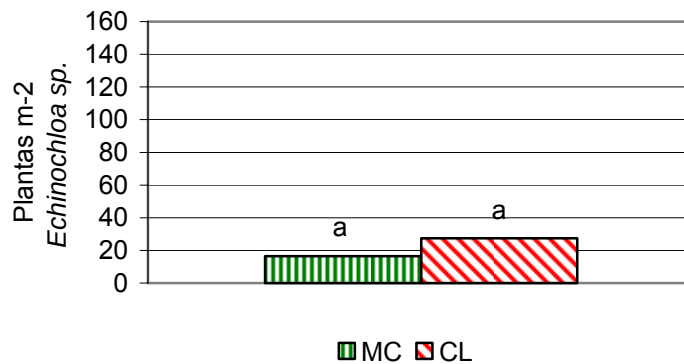


Figura 18: Número de plantas de capín macollado 45 días post- primera aplicación afectado por ambas tecnologías (promedio de todos los antecesores).

El CL presenta mayor número de capín macollado a los 45 días de aplicado el herbicida que a los 30 días, esto se debe a que los capines que re-emergieron luego de la aplicación del herbicida pasaron a ser macollados.

Para el MC donde se realizó una segunda aplicación de herbicida el número de capín macollado es menor, aunque cabe resaltar que dichos capines tenían un desarrollo mayor a los encontrados en el CL. Para la segunda aplicación realizada en el MC, el escape de plantas de capín macollado fue de 16.5% por lo tanto el control para la segunda aplicación (Nomine) es de 83.5%

A modo de ilustrar la evolución en el tiempo del enmalezamiento de capín sin macollar según los diferentes rastros, se muestra la siguiente figura:

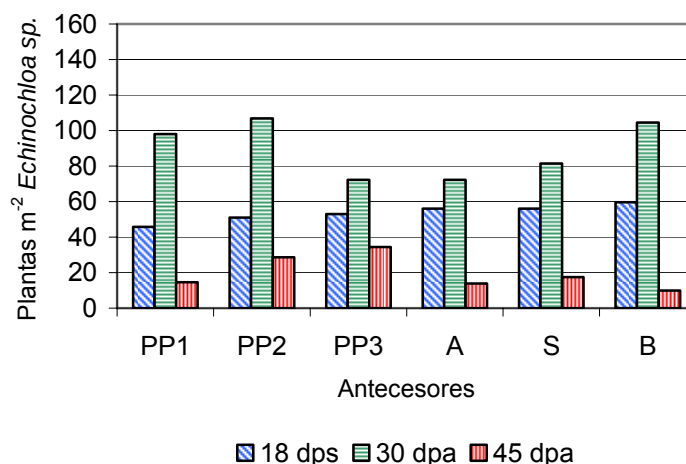


Figura 19: Evolución en el tiempo del número de plantas de capín sin macollar según antecesoros (promedio de tecnología).

Se observa la evolución del número de plantas/m² de capín sin macollar en 3 momentos: 18 días post-siembra, 30 días post-aplicación de herbicidas y 45 días post-aplicación de herbicidas.

Si bien no hay un efecto del rastrojo antecesor en el número de plantas de capín sin macollar, se ve que hubo una reemergencia de capín a los 30 días de aplicado el herbicida (cuarenta y ocho días post-siembra); luego al tercer conteo a cuarenta y cinco días de aplicado éste, es menor, ya que algunas plantas pasaron a ser macolladas, y otras controladas por el agua (con la salvedad que se explico anteriormente) o por causa del nuevo herbicida aplicado en el MC.

Como conclusión se puede decir que no existe efecto del cultivo antecesor en el enmalezamiento con capín y que los herbicidas presentaron un bajo poder residual agravado por un mal manejo del agua de riego.

De igual manera que para el caso anterior, se ilustra en la siguiente figura, la evolución en el tiempo para el capín macollado:

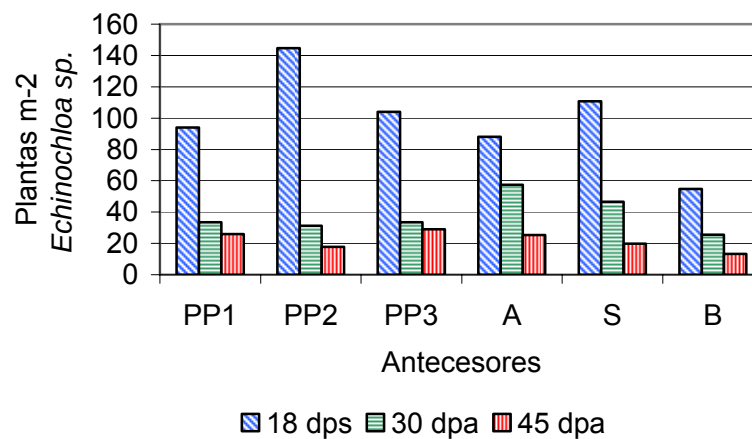


Figura 20: Evolución en el tiempo del número de plantas de capín macollado según diferentes antecesores (promedio de tecnología).

En la misma se observa la evolución del número de plantas/m² de capín macollado en 3 momentos: 18 días post-siembra, 30 días post-aplicación de herbicidas y 45 días post-aplicación de herbicidas.

No hay un efecto del rastrojo antecesor en el número de plantas de capín macollado, el escape de plantas de capín macollado para la tecnología 1 en la primera aplicación de herbicidas fue de 65.7 % por lo tanto el control en dicha oportunidad fue de 34.3%; luego con la segunda aplicación de herbicidas el escape de plantas de capín macollado fue de 16.5% y el control para esta segunda aplicación fue de 83.5%

Para la tecnología 2 donde hubo solamente una aplicación de herbicidas el escape de plantas de capín macollado fue de 10.7 % por lo tanto el control fue de 89.3%.

4.5 COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ.

4.5.1 Altura y número de tallos.

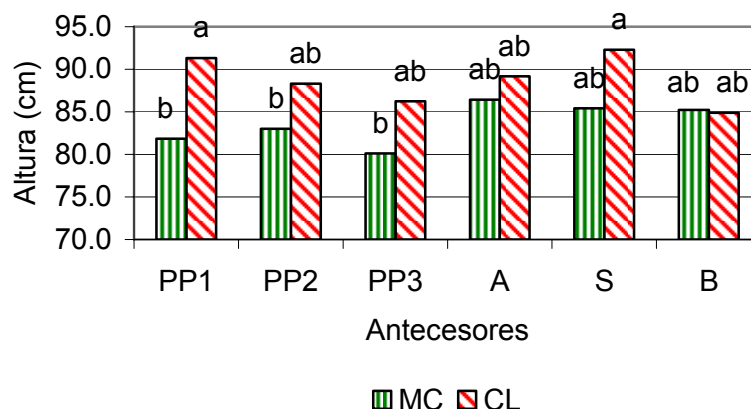


Figura 21: Altura de plantas en embuche afectado por diferentes antecesores y diferenciado por tecnología.

Para la altura de plantas en embuche no hubo efecto de los cultivos antecesores ($P=0.52$) tampoco de la interacción antecesor tecnología ($P=0.70$), ni hubo un efecto de la tecnología ($P=0.33$).

En cuanto al número de tallos a cosecha, no se registra un efecto significativo de los distintos antecesores ($P=0.59$); tampoco se presenta un efecto de la tecnología usada ($P=0.96$) ni de la interacción antecesor tecnología ($P=0.53$).

Esto lo podemos ver en la siguiente figura:

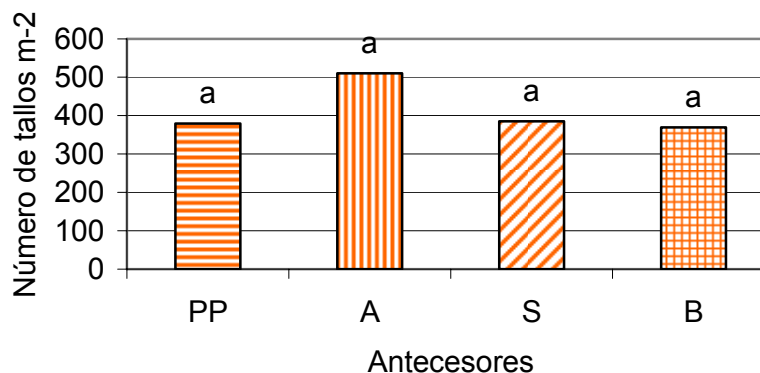


Figura 22: Número de tallos a cosecha.

4.5.2 Componentes del rendimiento.

A continuación se presentan los rendimientos según los diferentes antecesores como así también los componentes de dicho rendimiento para las dos tecnologías.

Cuadro 7: Rendimiento y sus componentes para MC

TECNOLOGÍA "MC"	Antecesores			
Variable	PP	A	S	B
Rendimiento al 13% (Kg/Ha)	7100	6030	5450	8070
Nº de Panojas (m2)	488	300	410	325
<i>Peso mil granos (gr)</i>	20.15	19	19.15	20
Granos por Panoja	90	107	100	102

En cuanto al rendimiento corregido al 13% de humedad promedio para las dos tecnologías, no se registra un efecto significativo de los distintos antecesores ($P= 0.1493$) y tampoco se presenta un efecto de la tecnología usada ($P=0.1597$) ni de la interacción antecesor tecnología ($P=0.2145$).

Cuadro 8: Rendimiento y sus componentes para CL.

TECNOLOGÍA "CL"	Antecesores			
Variable	PP	A	S	B
Rendimiento al 13% (Kg/Ha)	7740	9830	7350	10000
Nº de Panojas (m2)	251	700	340	400
<i>Peso mil granos (gr)</i>	22.6	24.3	21.6	23
Granos por Panoja	100	63	70	102

En ambas tecnologías se encuentran diferencias entre medias de los antecesores, siendo para ambos casos de mayor rendimiento el arroz sobre barbecho y el de menor rendimiento el arroz sobre antecesor soja.

Si hacemos referencia a la bibliografía, encontramos diferencias con el trabajo de Lawrence, citado por Keppel et al. (1980) quien señala que los menores rendimientos fueron los de arroz continuo y los mayores rendimientos los del tratamiento con soja.

Otros autores como Topolanski, Litzenberger, citados por Priore et al. (1980), señalan que el arroz cultivado en monocultivo, año a año va bajando en rendimiento y calidad. Considerando que para la rotación arroz – arroz ya es el quinto año consecutivo del mismo cultivo nuestros datos no concuerdan con los

de estos autores ya que el arroz sobre arroz tuvo un rinde superior al cultivado sobre soja o praderas.

Los rendimientos difieren según la tecnología aplicada ya que en todos los tratamientos el CL tiene una tendencia a ser superior al MC para todos los antecesores.

Para el MC, al igual que en CL, el antecesor que presentó mayor rendimiento fue el barbecho (8070 Kg/ha), no difiriendo este significativamente de la pradera (7110 Kg/ha), pero si del resto de los antecesores. A su vez tampoco hubo diferencias entre los antecesores de menor rendimiento (soja con 5450 Kg/ha y arroz continuo con 6030 Kg/ha).

Para el CL los rendimientos mas elevados se encontraron en el barbecho y en el arroz continuo (10000 Kg/ha) no siendo significativa la diferencia entre ellos; luego le sigue la pradera con 7700 Kg/ha y por último la soja con 7300 Kg/ha no difiriendo ésta significativamente con la pradera.

Para el número de panojas no se registraron efectos significativos de los distintos rastrojos ($p=0.5886$); tampoco hubo un efecto de la tecnología usada ($p=0.9716$) ni de la interacción antecesor tecnología ($p=0.5296$); pero como vemos en CL existe una tendencia a que el arroz continuo presente mayor numero de panojas por metro cuadrado a cosecha y para MC la pradera fue quien presentó mayor número de panojas.

Es importante resaltar que para todos los antecesores, el número de panojas logrados es bajo si lo comparamos con lo que son los promedios normales de las variedades utilizadas (500 – 550 panojas/m²). Esto estaría explicado por un efecto de la interferencia del capín durante el ciclo del cultivo, afectando fundamentalmente el macollaje.

Para el peso de mil granos a cosecha se registra un efecto significativo de los distintos antecesores ($p=0.0269$) también se presenta un efecto de la tecnología usada ($p=0.0218$) y de la interacción antecesor tecnología ($p=0.0313$).

En la Figura 23 se muestra el efecto antecesor sobre el peso de grano según las tecnologías aplicadas:

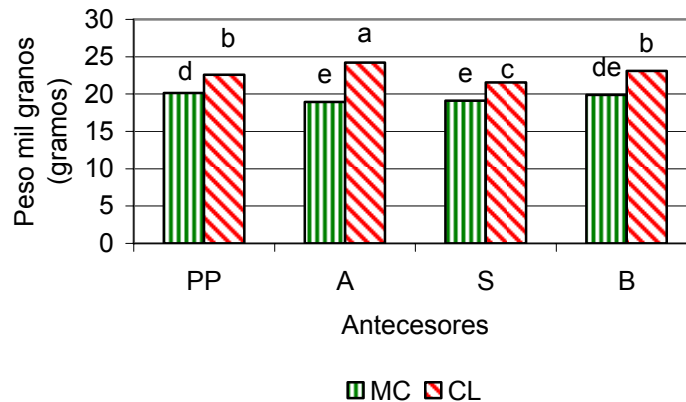


Figura 23: Peso de mil granos afectado por diferentes antecesores y dos tecnologías de control de malezas (Manejo convencional y Clearfield).

El peso de mil granos fue el componente de rendimiento con mayores diferencias entre los distintos antecesores. Para el MC el antecesor que marcó el mayor peso fue la pradera no difiriendo éste con el barbecho; luego se encuentran los antecesores de soja y el de arroz continuo sin haber diferencias significativas entre ellos.

Para el CL el antecesor que presentó mayor peso fue el arroz continuo siendo significativa la diferencia con los demás antecesores, siguiendo en peso de mil granos la pradera y el barbecho no siendo significativa la diferencia entre éstos y por último para dicha tecnología se encuentra la soja con granos mas livianos

A su vez al observar los distintos valores de rendimiento dado por los diferentes antecesores, podemos marcar algunas tendencias, como ser, que para MC el antecesor de mayor rendimiento fue el barbecho con 8070 Kg/ha; y a su vez fue el que tendió a tener mayor número de granos por panoja y no se diferenció de los demás antecesores en el número de panojas/m² ni en peso de mil granos.

4.5.3 Calidad de grano.

Debido a la faltante de tratamientos ocasionada por la aparición de nutrias, no fue posible estimar diferencias estadísticas entre los tratamientos existentes.

5. CONCLUSIONES.

En los inicios del cultivo, la chacra presentó un gran enmalezamiento, dado principalmente por el gran banco de semillas existente en el lugar y debido al laboreo que se realizó previo a la siembra, el cual oxigenó el suelo, promoviendo el desarrollo de especies no deseadas. Sobre este enmalezamiento se aplicaron las dos tecnologías (Manejo convencional: MC y Clearfield: CL); donde se pudo ver que la tecnología CL controló todas las malezas, pero debido al manejo inadecuado del agua de riego, hubo una re-emergencia que no pudo ser controlada. Por otra parte en MC no se logró un buen control de las malezas existentes y también presentó re-emergencias de malezas como consecuencia del inadecuado manejo del agua de riego.

En base a esto podemos expresar que la tecnología CL podría mostrar un mejor desempeño frente a grandes enmalezamientos que el MC; siempre que se realice un manejo adecuado del agua.

Si bien se logró un buen control del enmalezamiento de *Digitaria sanguinalis*, este control fue logrado debido a que luego de la aplicación del herbicida no se registraron nuevos flujos de emergencia; y no debido a la residualidad de los herbicidas utilizados.

Por otra parte, la rotación no tuvo influencia sobre la población de *Echinochloa spp.*; y los herbicidas utilizados no presentaron la residualidad adecuada (debido al inadecuado manejo del agua de riego) como para frenar las nuevas emergencias de esta maleza; por lo que se constataron a nivel de chacra nuevos flujos de emergencia, que llevaron a tener enmalezamientos tardíos dentro del ciclo del cultivo.

En cuanto a los porcentajes de control logrados con los herbicidas utilizados, podemos mencionar que el MC (con la aplicación de la triple mezcla) logró un porcentaje de control para *Digitaria sanguinalis* de 66,8 %, y para *Echinochloa spp.* 34,3 %. Luego de realizada la segunda aplicación de herbicida (Nominee - MC), dichos porcentajes de control pasaron a situarse en 86 % y 83,5 % para *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa spp.*, respectivamente.

En referencia a CL, esta logró un porcentaje de control del 99,5 % para *Digitaria sanguinalis* y de 89,3 % para *Echinochloa spp.* .Es importante resaltar, que los porcentajes de control mencionados anteriormente para ambas especies, no fueron logrados a la misma fecha, sino que el 99,5 % alcanzado en *Digitaria sanguinalis*, fue logrado a los 45 días post aplicación, mientras que el 89,3 % alcanzado para *Echinochloa spp.*, fue logrado a los 30 días post-aplicación. A partir de los 30 días post aplicación del herbicida hubo una re-

emergencia de *Echinochloa spp.*, la cual no fue controlada por el herbicida, lo que llevo a disminuir al porcentaje de control a un 72,4 % (% relevado 45 días post -aplicación).

En referencia a lo expresado anteriormente sobre la disminución en el porcentaje de control para *Echinochloa sp.*; cabe destacar que esto es debido al mal manejo del agua de riego luego de aplicado el herbicida. Si en cambio, se hubiera realizado un correcto manejo del agua, posiblemente la tecnología CL seria la más adecuada a utilizar en caso de grandes enmalezamientos con *Echinochloa spp.*.

En lo que refiere a la rotación; la misma afectó el enmalezamiento con *Digitaria sanguinalis*, siendo el antecesor que presento mayor número de plantas m^{-2} el de soja y el de pradera de primer año. Este mayor enmalezamiento dado sobre dichos antecesores puede estar explicado porque tanto la soja como la pradera de primer año son los tratamientos que tuvieron más años de arroz en la rotación. Luego de estos el que siguió en cantidad fue la pradera de tercer año, la pradera de segundo año y el arroz continuo; por otro lado el antecesor menos infestado fue el barbecho.

Cabe resaltar que luego de estudiar el desempeño de ambas tecnologías frente a las malezas, se desmalezó a mano el cultivo en el area donde se determinó el rendimiento y sus componentes.

En cuanto a rendimiento se comprobó que CL obtuvo los mayores rindes por hectárea y no se encontraron diferencias significativas para los diferentes antecesores ($p = 0,15$).

Al analizar las diferencias de medias (rendimiento) entre antecesores por el test de Tuckey (al 10%), se encontró para ambas tecnologías la tendencia a tener mayor rendimiento las parcelas de arroz cultivadas sobre barbecho y un menor rendimiento a las parcelas cultivadas sobre rastrojos de soja.

6. RESUMEN.

El trabajo de tesis titulado “Efecto del cultivo antecesor sobre la producción de arroz en el norte Uruguayo” fue instalado en la Colonia Itapebí, Departamento de Salto, en el año agrícola 2005 – 2006. Los suelos fueron clasificados como Brunosoles éutricos típicos asociados a Vertisoles, de la unidad de suelo “Itapebí Tres Árboles”. La siembra se realizó sobre diferentes antecesores, los cuales fueron generados en años previos al experimento; siendo estos: Praderas permanentes de primer, segundo y tercer año, compuesta de *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Lolium multiflorum*; cultivos anuales (Arroz continuo y Soja); y Barbecho de arroz de segundo año. (Arroz – Barbecho – Arroz). Los objetivos del trabajo fueron: 1- Estudiar el efecto de los diferentes antecesores sobre el enmalezamiento del cultivo de arroz y su producción. 2- Estudiar el uso y el impacto de dos tecnologías diferentes en el cultivo de arroz. Un paquete tecnológico tradicional que abarca la variedad “El Paso 144” y los herbicidas más usados (Propanil, Quinclorac, Clomazone) y un paquete tecnológico recientemente lanzado que incluye una variedad mutagénica resistente a las imidazolinonas (“Clearfield 161”). 3- Determinar si la rotación de arroz-pasturas tiene su único efecto sobre el enmalezamiento y por ende no es necesario utilizarla en la tecnología “Clearfield” o si afecta otros factores siendo esta rotación aun necesaria. Es de destacar que la rotación afectó el enmalezamiento con *Digitaria sanguinalis*, ya que se apreciaron diferencias estadísticas según los distintos antecesores, y además se logró un buen control sobre ésta con los herbicidas utilizados en ambas tecnologías. La rotación no tuvo influencia sobre la población de *Echinochloa spp.*; ya que los distintos antecesores presentaron igual enmalezamiento. Los herbicidas utilizados no presentaron una residualidad adecuada; la cual fue agravada por el mal manejo del agua de riego.

Palabras clave: arroz; clearfield; malezas; rotaciones.

7. SUMMARY

This thesis is entitled “The effects of preceding crops on rice production in the North of Uruguay”. It was carried out in Colonia Itapebí, Salto, during the agricultural year 2005-2006. The grounds were qualified as typical Brunsoles éutricos connected to Vertisoles, from the ground unit “Itapebí Tres Árboles”. The seeding was carried out over different predecessors, which had been the result of previous years of experiment. They were: permanent pastures of first, second and third year, made of *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Lolium multiflorum*, annual crops (continuous rice and soybean) apart from Fallow from rice of the second year (Rice – Fallow – Rice). The main aims of this work were: study the different effects from the previous thickening over the rice crops and its production. The study of its usage and the impact of two different technologies in the rice plantation crops. A traditional technological package which covers the variety of “El Paso 144” and the most used herbicides (Propanil, Quinclorac, Clomazone) and a most recently technological package launched which includes a variety of mutant (“Clearfield 161”) resistant to imidazolinonas. To determine if the rotation – rice – pastures has a unique effect over the thickening and as a result it is not necessary to be used in “Clearfield” technology or if it affects other factors being this rotation still necessary.

It should be highlighted that the rotation affected the thickening with *Digitaria sanguinalis* as the statistical differences were appreciated according to the different ancestors. Besides, a good control over it was achieved with herbicides used in both technologies. The rotation had no influence over the *Echinochloa* spp population, as the previous ancestors showed the same thickening. The herbicides used did not present adequate remains, which was worsened by the wrongly handled of watering.

Keywords: rice; clearfield; weeds; rotations.

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. ANDERS, M.M.; OLK, D.C.; GRANTHAM, J.; HOLZHAUER, J. 2005. Effects of rotation, tillage, fertility, and variety on rice grain yield and nutrient uptake. In: Rice Technical Working Group Meeting. (2005). Proceedings. s.n.t. pp. 159 -160 .
2. _____.; _____.; HOLZHAUER, J. 2004. Effect of rotation, tillage, and fertility on rice yield and nutrient cycling. Tomado de: Asa-Cssa-Sssa Annual Meeting Abstracts. Madison, Wi.
3. AVILA, S. 2000. La podredumbre del tallo. Revista Arroz. no. 24.: 44 – 48.
4. _____. 2001. Mancha agregada o manchado confluyente de las vainas. Revista Arroz. no. 27.: 41 – 45.
5. BEECHER, H. G.; THOMPSON, J.A.; BACON, P.E; HEENAN, D.P. 1994a. Effect of cropping sequences on soil nitrogen levels, rice growth, and grain yields. Australian Journal of Experimental Agriculture. 34 (7): 977-986.
6. _____.; _____.; _____.; HEENAN, D.P. 1994b. Soil nitrogen supply to rice; crop sequence effects. Australian Journal of Experimental Agriculture. 34 (7): 987-994.
7. BORGHI, E.; ERNST, O. 2003. El cultivo de arroz en el Uruguay. In: Seminario Cereales y Cultivos Industriales (2003, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Facultad de Agronomía. 20 p.
8. CONGRESO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO (4º.), REUNIAO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO (26ª., 2005, Santa Maria, RS). 2005. Arroz irrigado; recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. s.l., PALLOTI. p. 159.

9. DEAMBROSI, E.; MENDEZ, R.; AVILA, S. 2005. Estudio sobre la problemática de disminución de los rendimientos en los rastrojos de arroz. In: Arroz; resultados experimentales 2004–2005. Treinta y Tres, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 418).
10. DEL PUERTO, O. 1993. Arroz; principales malezas en la zona este del Uruguay. Montevideo, BASF. 15 p.
11. _____. 1995. Arroz 2; malezas. Montevideo, BASF. 18 p.
12. DÍAZ G. S.; POLÓN R. 2003. Prácticas agroecológicas para disminuir las afectaciones del arroz rojo (*Oryza sativa* L.). I. Rotación con soya, manejo del agua y laboreo del suelo en húmedo. Cultivos Tropicales. 24 (2): 45-49.
13. DUNAND, R.T.; RUSSELL DILLY, R.; WEBSTER, E.P.; LEON, C.T.; ZHANG, W. 2005. Reducing the potencial for herbicide resistant red rice. (en línea). Louisiana Agriculture Magazine. 48 (3): 9-10. Consultado 14 may. 2006. Disponible en <http://www.lsuagcenter.com/en/communications/publications/agmag/Archive/2005/Summer/Reducing+the+Potential+for+Herbicideresistant+Red+Rice.htm>
14. FERNANDEZ SOSA, J.; QUARTINO PRIETO, E. J. 1998. Efecto de la supresión de la competencia de *Echinochloa* spp. en distintos momentos sobre el rendimiento del cultivo de Arroz. . Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 69 p.
15. GAMARRA SANTA CRUZ, G. 1996. Manual de producción de arroz. Montevideo, Hemisferio Sur. 439 p.
16. GARCIA PRECHAC, F. 1992. Propiedades físicas y erosión en rotaciones de cultivos-pasturas. Revista. INIA 1(1): 127-140 .
17. HERNÁNDEZ, J.; BERGER, A. 2003. Dinámica del fósforo en sistemas de arroz-pasturas: caracterización de parámetros de suelos para estimar la disponibilidad de fósforo. Indicadores de disponibilidad de fósforo y respuesta del cultivo de arroz a la fertilización fosfatada. Investigaciones Agronómicas. Reporte Técnico Anual. 1(1): 34-40 .

18. KEPPEL, J.P.; ARDINGHI, C.L. 1980. Respuesta del arroz a la fertilización sobre rastrojo de 2 años de soja (con 2 diseños experimentales). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 207 p.
19. LARRALDE, S.; NOLLA, F. E. 2002. Efecto del rastrojo y del largo del barbecho en la implantación, crecimiento y rendimiento de dos variedades de arroz sembrados sin laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 104 p.
20. LATTIMORE, M. E. 1994. Pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture. 34(7): 959-965 .
21. LAVECCHIA, A.; OLIVA CANO, M. 1998. Interferencia de capín sobre el crecimiento inicial de arroz, bajo restricciones nutricionales. Montevideo, INIA . 20 p. (Serie Técnica no. 100).
22. MÉNDEZ, R. 1993. Rotación arroz–pasturas. Análisis físico–económico del cultivo. Montevideo, INIA. 13 p. (Serie Técnica no. 38).
23. _____.; DEAMBROSI, E. 2004. Estudio de las poblaciones de hongos causantes de enfermedades del tallo. In: Arroz; resultados experimentales 2003-2004. Montevideo, Treinta y tres. p. irr. (Actividades de Difusión no. 373).
24. Oik, D.C.; ANDERS, M.M.; BOECKMANN, J.M.; GRANTHAM, J.; HOLZHAUER, J. 2005a. Impaired cycling of soil nitrogen under continuous rice rotations in the Arkansas Grand Prairie Area. In: Rice Technical Working Group Meeting. (2005). Proceedings. s.n.t. pp. 148-149.
25. ERNST, O. ; SIRI, G.1995. Sus posibilidades en el sistema pastura-cultivos. Cangüe no. 3: 13-17.
26. TOPOLANSKI, E. 1975. El Arroz; su cultivo y producción. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 304 p.
27. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. s. f. Soja. Montevideo. 173 p.

28. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA.
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS
AGROPECUARIAS. 2005. Encuesta arrocerza zafra 2004-2005. (en
línea). Montevideo. Consultado 10 may. 2006. Disponible en
http://mgap.gub.uy/diea/ecuestas/Se230/SE230_encuesta_arrocerza2004_05.htm
29. WILLIAMS, B.J.; STRAHAN, R.; WEBSTER, E.P. 2002. Weed
management systems for clearfield rice. (en línea). Louisiana
Agriculture Magazine. 45(3): 16-17. Consultado 14 may. 2006.
Disponible en
<http://www.lsuagcenter.com/en/communications/publications/agmag/Archive/2002/Summer/Weed+Management+Systems+for+Clearfield+Rice.htm>
30. ZORRILLA DE SAN MARTÍN, G. 1992. Arroz rojo; conózcalo y combátalo.
Montevideo, INIA . 17 p. (Boletín de Divulgación no. 20).