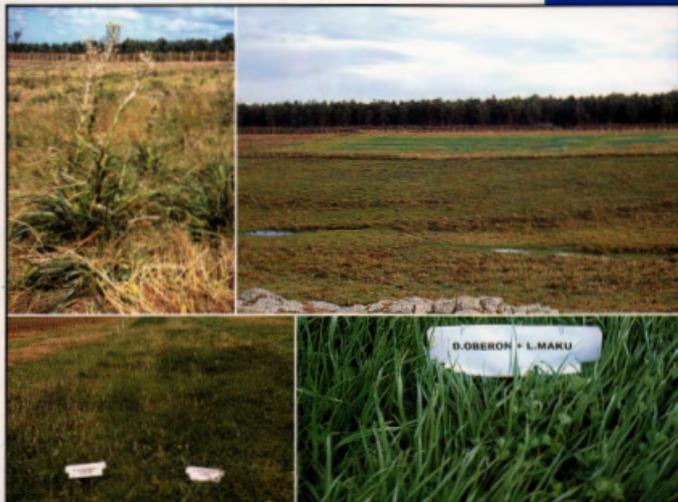


**INIA**

INIA - LA ESTANCIOLA  
BIBLIOTECA

INSTITUTO  
NACIONAL DE  
INVESTIGACION  
AGROPECUARIA

URUGUAY



**TECNOLOGIAS  
PARA SIEMBRAS  
SIN LABOREO**

Diciembre, 2000

ACTIVIDADES  
DE DIFUSION

INIA

**240**

PRESENTACIÓN

En la primavera de 1985, en una jornada técnica organizada por el Ing. Agr. Miguel Lázaro para el grupo Crea "Por el campo limpio", con la presencia de la Ing. Agr. Alfrada Ríos se analizaron las tecnologías que permitirían pasar la baja productividad de los campos naturales del este del país.

**TABLA DE CONTENIDO**

	Página
<p>INIA ha desarrollado para esta región, un paquete tecnológico de mejoramiento natural mediante la incorporación de leguminosas en cobertura, que produce incrementos de productividad y calidad de las pasturas. Sin embargo, cuando se parte de "campos sucios" con presencia de cardos y otras malezas, la anterior estrategia tiene dificultades de aplicación.</p> <p><b>CONCEPTOS GENERALES SOBRE SIEMBRA DIRECTA</b> ..... 1</p> <p><i>E. Marchesi De León</i></p> <p>por la integración de prácticas de manejo que incluyeran diferentes aplicaciones de herbicidas, la cosechancia de cultivos forrajeros y el manejo del pastoreo,</p> <p><b>SIEMBRAS SIN LABOREO EN CAMPOS SUCIOS</b></p> <p><b>I. Control de campo sucio y producción de verdes</b> ..... 9</p> <p><i>A. Ríos, M. Ibarra, Y. Roth</i></p> <p>para luego incorporar el sistema de rotación del establecimiento áreas selectivas (zonas de escape agrícola, por pendientes pronunciadas, afloramientos</p> <p><b>SIEMBRAS SIN LABOREO EN CAMPOS SUCIOS</b></p> <p><b>II. Control de cardilla y producción de diferentes alternativas forrajeras</b> ..... 31</p> <p><i>A. Ríos, A. Barboza, B. Riet</i></p> <p>Los objetivos a alcanzar en este estudio eran: lograr un adecuado establecimiento, y posteriormente persistencia de las praderas, validando en el largo plazo, el éxito del</p> <p><b>TECNOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS</b> ..... 49</p> <p><i>J.J. Olivet</i></p> <p>Se integró a la discusión la experiencia de AUSID, en la persona del Ing. Agr. Enrique Marchesi, y conjuntamente con los técnicos del INIA, Raúl Bermúdez y Francisco Formosa se evaluaron distintas situaciones de campos naturales desarrollándose la propuesta a desarrollar. Finalmente con el consenso del equipo, se eligió como sitio experimental un potrero en el establecimiento del Dr. Eduardo Corrad (en la zona de Lomas, dpto. de Rocha), quien junto con el Ing. Gonzalo Utrilla, fueron pilares fundamentales en estos cinco años, por su dedicación frente a las necesidades para la siembra, y al mantenimiento del sitio experimental.</p> <p>Los Ings. María Ibarra, Vilma Roth, Andrés Barboza, y Bernardo Riet realizaron su tesis de graduación y fueron los responsables durante los dos primeros años del seguimiento del experimento. Fue un trabajo de equipo donde se integraron los productores demandantes del país del este, integrantes de AUSID, y el equipo del INIA para la concreción de esta realidad que se presenta hoy en el campo.</p> <p>La situación de la siembra directa ha exigido un esfuerzo de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías a técnicos y productores. Al día de hoy se</p>	



## PRESENTACIÓN

En la primavera de 1996, en una jornada técnica organizada por el Ing. Agr. Miguel Lázaro para el grupo Crea "Por si acaso" y el grupo Ganadero "Alfárez", con la presencia de la Ing Agr. Amalia Ríos se analizaron diferentes alternativas tecnológicas que permitieran paliar la baja productividad de los campos naturales del este del país.

INIA ha desarrollado para esta región, un paquete tecnológico de mejora del tapiz natural mediante la incorporación de leguminosas en cobertura, que produce importantes incrementos de productividad y calidad de las pasturas. Sin embargo, cuando se parte de "campos sucios" con presencia de cardilla y otras malezas, la anterior estrategia tiene dificultades de aplicación.

En este contexto, se visualizaba que el empleo de rotaciones forrajeras en siembra directa, favorecidas por la integración de prácticas de manejo que incluyeran sucesivas aplicaciones de herbicidas, la competencia de cultivos forrajeros y el manejo del pastoreo, permitiría lograr los objetivos planteados, y a la vez realizar el control de malezas de estos campos, el cual se financiaría mediante el aumento de la productividad.

Esta tecnología permitiría incorporar al sistema de rotación del establecimiento áreas subproductivas (zonas de escasa aptitud agrícola, por pendientes pronunciadas, afloramientos rocosos, baja fertilidad), generalmente asociadas al enmalezamiento característico del campo sucio.

Los objetivos a alcanzar en este estudio eran: lograr un adecuado establecimiento, y fundamentalmente persistencia de las praderas, viabilizando en el largo plazo, el éxito del mejoramiento.

Se integró a la discusión la experiencia de AUSID, en la persona del Ing. Agr. Enrique Marchesi, y conjuntamente con los técnicos del INIA, Raúl Bermúdez y Francisco Formoso se evaluaron distintas situaciones de campos naturales discutiéndose la propuesta a desarrollar. Finalmente con el consenso del equipo, se eligió como sitio experimental un potrero en el establecimiento del Dr. Eduardo Corradi (en la zona de Lomadas, dpto. de Rocha), quien junto con el Ing. Gonzalo Uriarte, fueron pilares fundamentales en estos cinco años, por su disposición frente a las necesidades para la ejecución, y al mantenimiento del sitio experimental.

Los Ings. Mariela Ibarra, Vilma Roth, Andrés Barbosa, y Bernardo Riet realizaron su tesis de graduación y fueron los responsables durante los dos primeros años del seguimiento del experimento. Fue un trabajo de equipo donde se integraron los productores demandantes del este del país, integrantes de AUSID, y el equipo de INIA para la concreción de esta realidad que se presenta hoy en el campo.

La adopción de la siembra directa ha exigido un esfuerzo de aprendizaje y de continuos ajustes tecnológicos a técnicos y productores. AUSID ha liderado ese esfuerzo con diversas

actividades, como cursos y con reuniones mensuales que se realizan sistemáticamente desde el año 1995 en todo el país.

Sin embargo existe una problemática que en general técnicos y productores no la visualizan en su verdadera dimensión, que radica en los errores que se cometen al realizar aplicaciones de agroquímicos. Relevamientos realizados en el área agrícola en Estados Unidos remarcan las fallas que ocurren en las aplicaciones, detectándose que sólo en una de cada cuatro se obtiene la dosis deseada. Similar situación se determinó en Argentina y posiblemente Uruguay no sea la excepción.

Así, en el marco de los convenios de Vinculación Tecnológica<sup>1</sup> firmados entre INIA y otras instituciones se comenzó a ejecutar el proyecto "Tecnología para la aplicación de fitosanitarios en cultivos extensivos", cuyo responsable es el Profesor Juan José Olivet de la Cátedra de Mecanización Agrícola de la Facultad de Agronomía, siendo Amalia Ríos el técnico contraparte por INIA. Este proyecto tiene un componente muy importante de difusión para mejorar la calidad de las aplicaciones, y en el día de hoy, ésta constituye la primera actividad que se realiza en el área ganadera.

Es nuestro deseo agradecer la presencia de todos, y esperamos que el esfuerzo interinstitucional y personal que permitió concretar la jornada que hoy estamos compartiendo, fortalezca la actividad que cada uno de vosotros desarrolla.

**Amalia Ríos**  
Coordinador

**Miguel Lázaro**  
Asesor Grupos de Productores

**Enrique Marchesi**  
AUSID

**Gonzalo Zornilla**  
Director  
INIA Treinta y Tres

<sup>1</sup> Componente de Investigación Aplicada del Subprograma de Servicios Agropecuarios del MGAP. Contrato de Préstamo 1131/OC-UR del Banco Interamericano de Desarrollo.

## CONCEPTOS GENERALES SOBRE SIEMBRA DIRECTA

Enrique Marchesi De León\*

### INTRODUCCIÓN

La siembra directa consiste en colocar la semilla en el suelo sin la realización de un laboreo previo. Esta técnica de siembra puede usarse dentro de dos sistemas de producción:

- a) como una práctica ocasional, dentro de una rotación que incluya cultivos realizados con laboreo (por ejemplo cultivos de segunda sembrados sin laboreo).
- b) como una práctica permanente, en un sistema de producción en el cual se haya eliminado el laboreo definitivamente.

Esta última alternativa es la menos conocida en Uruguay, *pero* es la única que permitiría capitalizar ciertos beneficios que sólo ocurren cuando se ha acumulado un cierto número de años sin laboreo. La sucesión de cultivos dejando rastrojos en superficie y eliminando la manipulación mecánica del suelo, reduce a un mínimo la erosión, produce un aumento en la materia orgánica, aumenta la vida microbiológica y la mesofauna y mejora la estructura del mismo.

La siembra directa como sistema integral de producción es una realidad en numerosos países desde hace muchos años. Como ejemplos de países vecinos en donde se ha difundido en escala importante, se puede mencionar a Argentina y Brasil. El éxito que ha tenido la siembra directa en otros lugares, hace pensar que podría ocupar un lugar en la agricultura de Uruguay. De todas formas no se debe olvidar que existen profundas diferencias entre las características del suelo, el clima y el sistema de producción del Uruguay y los países mencionados. Sólo sumando años de experiencia nacional, se podrá concluir acerca del uso de la técnica en esta realidad física y económica. En la actualidad ya existe cierta experiencia nacional, tanto en condiciones de producción como en investigación.

### ASPECTOS IMPORTANTES A TENER EN CUENTA

**A) Estado actual del suelo a utilizar:** La experiencia nacional y los resultados de otros países indican que no debe realizarse siembra directa en suelos deteriorados por: erosión, degradación física o problemas graves de fertilidad, ni en chacras muy irregulares, compactadas o con gran contenido de gramilla. En estos suelos es recomendable recuperar el suelo previamente, por medio de la instalación de un buen cultivo o pastura. Éste debería hacerse con herramientas de laboreo vertical ya poca profundidad, logrando un suelo nivelado y firme. Cuando el engramillamiento es importante, convendría reducir éste mediante el laboreo, uso de herbicidas y la elección de cultivos que le hagan competencia.

---

\*.Ing. Agr. MSc., Miembro de AUSID

**B) Planificación de actividades:** Para instalar un cultivo o una pastura sin laboreo, es importante conocer bien las características del suelo, su situación actual, su historia anterior, la vegetación presente y tener claro lo que se pretende lograr. La decisión de realizar siembra directa en una chacra determinada, debe ser tomada con anticipación para poder cumplir todas las etapas en los momentos adecuados, pues el éxito depende en buena medida de la correcta calendarización de las diferentes etapas.

Aunque no haya preparación de la tierra, tal como tradicionalmente se conoce, sí existen ciertas etapas previas que se deben cumplir antes de la siembra. Si se parte de una pastura es recomendable dejar acumular forraje y un tiempo antes de la siembra matar la vegetación con herbicida. Cuando se parte de un cultivo se deberá lograr una buena distribución del rastrojo en superficie y matar las malezas presentes, antes de sembrar. Todas estas normas de manejo son previas a la siembra y algunas precisan ciertos períodos de tiempo, se debe entonces preverlas con anticipación. Este concepto es siempre válido, pero cuando no se hace laboreo es muy importante sembrar en época o algo más temprano. En siembra directa el desarrollo de los cultivos es más lento, debido a que el suelo se encuentra más compacto, más frío y con una menor oferta de nitratos (en situaciones de iniciación del sistema).

a) *Cobertura:* Para que la siembra directa tenga éxito es indispensable manejar el sistema manteniendo cobertura de residuos vegetales en superficie. Éstos están constituidos por los residuos del cultivo anterior, las malezas muertas y/o los restos de la pradera que se haya matado. Lo importante es que estos residuos sean abundantes y protejan el suelo de la lluvia, así como que alimenten a la micro y mesofauna del suelo. Este último aspecto es muy importante cuando el suelo no se toca más, ya que van a ser los encargados de mantener la porosidad, la penetrabilidad y el reciclaje de nutrientes. Las praderas y pasturas anuales se deben matar con abundante forraje (el último pastoreo es para el suelo).

b) *Barbecho:* Se le llama barbecho al tiempo entre la eliminación de la vegetación existente y la siembra del próximo cultivo. En siembra directa la longitud de ese período es muy importante porque es el que permite la descomposición de los residuos vegetales, tanto en superficie como dentro del suelo. Este fenómeno es de particular importancia, porque es gracias a esa descomposición que el suelo se granula (se "afloja"), permitiendo un buen desarrollo de las raíces, a la vez que se liberan nutrientes almacenados en las estructuras vegetales. Las deficiencias en nutrientes se arreglan con fertilizantes, pero las condiciones físicas no tienen cómo corregirse. La longitud de barbecho adecuada en cada caso depende de la vegetación presente y su capacidad relativa de descomposición. En términos generales el barbecho podría durar entre un día y seis meses.

**C) Aplicación de herbicidas presiembra:** El buen control de malezas para realizar el barbecho es fundamental, si se quiere tener éxito en la aplicación de esta técnica. Por lo tanto se debe vigilar cuidadosamente cada uno de los aspectos que refieren a la aplicación de herbicidas, como son la elección de los productos, las dosis y la técnica de aplicación. Como este tema es extenso, sólo se darán algunas indicaciones sobre los problemas más frecuentes.

El glifosato es un herbicida fundamental en siembra directa y para hacer eficiente su uso se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) El volumen de agua a usar debe ser el mínimo que penllita una buena distribución por hectárea.
- b) El agua a usar debe ser limpia. sin materia orgánica en suspensión, ya que anula el efecto del herbicida.
- c) Las aguas con calcio y magnesio en solución (aguas duras) pueden ser un problema. Se debe conocer la calidad del agua y tenerla en cuenta en la aplicación.
- d) Hay que tener cuidado con la deriva (viento), sobre todo en tratamientos aéreos y con cultivos sensibles cerca.

Si se usan otros herbicidas pre-siembra hay que tener en cuenta los posibles efectos residuales que puedan tener, porque si no se puede tener grandes problemas en la instalación del nuevo cultivo.

Considerando la importancia del tema, se debería poner especial atención en capacitarse en él, al mismo tiempo que aumentar la investigación y experiencia de campo.

**D) Siembra:** Para lograr una buena siembra, la sembradora debe ser capaz de: cortar el rastrojo, abrir el surco, depositar uniformemente las semillas a la profundidad deseada y cerrar el surco, logrando un buen contacto de la semilla con el suelo. En general sólo es posible cumplir con estos requisitos. si se dispone de una máquina especialmente construida para hacer siembra directa.

De las siembras realizadas en la zona y de lo que se ha podido ver en el extranjero, surgen algunos conceptos que pueden ser útiles a quien pretenda iniciarse en cero laboreo.

- *Profundidad de siembra:* Frente a la posibilidad de que las semillas queden colgadas en el residuo, es recomendable aumentar la profundidad de siembra. Cuando no se logra un buen contacto entre las semillas y el suelo y no llueve luego de la siembra, la germinación es lenta y desapareja.

- *Contenido de humedad del suelo:* Si bien es posible transitar sobre la dlacra inmediatamente luego de una lluvia, se debe esperar algunos días para sembrar. Cuando la máquina trabaja en tierra mojada, deja el surco "lustrado", compacta el suelo en el entorno de la semilla y se le pega tierra a los discos, provocando un movimiento excesivo del suelo.

- *Velocidad de siembra:* Con la velocidad de siembra también se debe tener cuidado, porque si bien es posible sembrar a alta velocidad (12-14 km/h), en general no suele ser lo mejor. La experiencia extranjera y 10 visto en la zona indican que la velocidad correcta oscila entre 6 y 8 km/h.

**E) Herbicidas para el cultivo:** Luego de logrado el control de la vegetación para el barbecho previo a la siembra, el control de malezas en el cultivo es similar al realizado con laboreo. Las diferencias están en que no se pueden incorporar los productos, porque no hay movimiento de suelo y además se tiene la posible interferencia del rastrojo con los herbicidas.

Estos problemas se deben tener en cuenta con los herbicidas de presiembra y preemergencia. Con los productos de postemergencia no habría problemas especiales.

**F) Fertilización:** Si bien en chacras con muchos años de siembra directa el suelo sería capaz de ofrecer cantidades importantes de nutrientes a los cultivos, en los primeros años del sistema, la ausencia de laboreo reduce la disponibilidad de nutrientes. En consecuencia, en esa situación se requieren mayores cantidades de fertilizante en los cultivos sembrados sin laboreo.

Las raíces de las plántulas sembradas sin laboreo en la etapa de transición de sistema deben desarrollarse en un ambiente menos favorable (mayor compactación, menor temperatura), y por lo tanto la exploración del suelo es lenta. Para lograr una buena implantación y un desarrollo inicial aceptable, es recomendable aplicar una cierta dosis de un fertilizante que contenga nitrógeno y fósforo al momento de la siembra y al surco. Cuando se estime que la misma puede causar daño a la plántula por toxicidad, es razonable aplicar al costado pero cerca de la línea (aprox. 5 cm).

En cultivos de invierno realizados en sistemas con años de siembra directa (3 o más), la incorporación de los fertilizantes (N y P) parece no tener ningún beneficio en relación a la aplicación en cobertura. Los niveles críticos de N en el suelo a la siembra son similares a los cultivos con laboreo (ensayos en proceso). En cultivos de verano no hay tanta certeza, pero aparentemente los niveles críticos para nitratos en el suelo también son similares a los de cultivos con laboreo (excepto soja que fija N simbióticamente).

**G) Rotación:** Existen varios elementos que condicionan la rotación a elegir en sistemas sin laboreo, aparte de las razones de estricta rentabilidad de cada cultivo individual.

- *Enfermedades:* Cuando se hace siembra directa, se dejan los rastrojos de los cultivos intactos y sobre la superficie del suelo. Éstos conservan y multiplican muchos patógenos, favoreciendo el desarrollo de enfermedades en cultivos posteriores. Por lo tanto la rotación debe incluir una secuencia de cultivos que permita interrumpir los ciclos de las enfermedades. Un ejemplo bien conocido es el del trigo, cuando es sembrado sobre la paja de un trigo anterior es común que tenga graves problemas sanitarios. Para evitar esto, se debe rotar con avena u otra especie no gramínea. La cebada, el centeno y el raigrás no cortan totalmente el ciclo de las enfermedades del trigo.

- *Producción de cobertura:* La secuencia de cultivos debe ser tal que siempre haya una cierta cantidad de residuos en superficie. Para ello se debe alternar cultivos de gran producción de rastrojo (trigo, avena, maíz, sorgo o soja) con otros de menor cantidad de residuo (girasol o canola).

- *Control de malezas:* Cuando no se hace laboreo, el control de malezas queda sujeto a la aplicación de herbicidas, al sombreado del residuo en superficie, a la competencia de los cultivos ya posibles alelopatías. Por lo tanto, la rotación a seguir puede tener un efecto trascendente en la evolución de las malezas presentes en la chacra. La rotación de cultivos colabora en cortar ciclos de malezas y rotar herbicidas.

**H) Cosecha de cultivos:** Existen dos fenómenos asociados a la cosecha de los cultivos que son de vital importancia para el buen desarrollo de un sistema de siembra directa:

- *Tránsito de maquinaria:* Cuando se cosecha con mucha humedad suele quedar gran cantidad de huellas. Estas irregularidades dificultan seriamente la siembra del cultivo posterior. La emergencia y el desarrollo de las plantas sembradas en la huella se ven muy perjudicados por la compactación y la deficiencia de oxígeno.

En otros países se emplean neumáticos especiales y se reduce al máximo el tránsito de maquinaria por la chacra, para evitar este problema. Este problema se reduce con los años de siembra directa porque el suelo se va consolidando.

- *Distribución de residuos:* En cultivos de gran producción de rastrojo, es muy importante lograr una distribución uniforme de los residuos sobre la superficie del suelo. Cuando esto no se logra, queda mucha semilla "colgada" en las zonas donde se acumuló excesivo rastrojo, y la emergencia es despareja pudiendo faltar muchas plantas.

**I) Pastoreo directo:** El pastoreo directo cuando la superficie del suelo está poco firme, aumenta el microrrelieve y produce compactación. Al igual que con el tránsito de maquinaria, ambos factores perjudican el desarrollo del siguiente cultivo. Se recomienda evitar el pastoreo de chacras en siembra directa, durante los días posteriores a una lluvia. En chacras con varios años de siembra directa, el pastoreo no causa mayores inconvenientes. Esto respondería a que, con el transcurso del tiempo, el suelo recupera la estructura y se produce una cobertura de residuos importante. Esto se ha comprobado a nivel nacional en suelos de textura media a pesada. El pastoreo en ocasiones puede ser un fador de manejo en rastrojos de cultivos. En praderas y verdeos el buen manejo de la pastura coincide con el buen manejo del suelo.

**J) Siembra de una pastura:** Valen en este caso las mismas recomendaciones que para los cultivos, porque de hecho se está instalando una vegetación completamente nueva. De todas existen algunas diferencias que justifican los siguientes comentarios:

La profundidad de siembra es en general menor debido a que las semillas de las especies a sembrar son más pequeñas. En general las máquinas sembradoras permiten varias opciones para este tipo de siembra:

- a) Gramíneas y leguminosas juntas en el surco;
- b) Gramíneas y leguminosas en surcos alternados; o
- c) Gramíneas en el surco y leguminosas al voleo.

Las alternativas b) y c) son más efectivas que la a).

Es conveniente colocar una rastra de cadenas en la sembradora, especialmente cuando se siembra al voleo, ya que ayuda a mejorar el contacto de la semilla con el suelo y cierra mejor los surcos.

**K) Renovación de pasturas y mejoramiento de campo natural:**

En estos casos se desea conservar parte de la vegetación existente, a la que se le agrega nuevas especies. Se busca aumentar la oferta original de forraje con especies que complementen a las ya presentes. En este tema existe una vasta experiencia nacional, tanto en pasturas sembradas como en campo natural. De todas formas sería conveniente evaluar el desempeño de estas

nuevas sembradoras en este viejo sistema de recuperación de praderas. Además se puede incorporar el uso de herbicidas en dosis bajas para aumentar la probabilidad de éxito en estos mejoramientos.

Cuando se parte de una pradera vieja engramillada o de un campo sucio donde haya gramilla *y/o* cardilla, es recomendable hacer, previo a la instalación de una pradera, como mínimo un par de cultivos anuales consecutivos (invierno-verano o verano-invierno) para combatir estas malezas que son de difícil control debido sus reservas subterráneas. Los cultivos pueden ser forrajeros o graníferos. En estos casos es importante el doble control anual por el herbicida (glifosato), más la competencia del doble cultivo. En campos con vegetación de mala calidad y presencia de raigrás natural, el sólo hecho de matar el tapiz a fines de verano sirve para tener un raigrás espontáneo, que fertilizado da un buen pastoreo y sirve para "limpiar el campo" presiembra de una pradera permanente.

En la implantación de praderas es importante la fertilización que en algunos casos puede hacerse diferencial para gramíneas y leguminosas. La duración de la pradera depende del manejo posterior, la limpieza y la fertilización. Una virtud destacable de las pasturas en siembra directa es el piso y por lo tanto la utilización en pastoreo.

**L) El uso del fuego en sistemas de siembra directa:** Parece importante hacer ciertas consideraciones sobre la quema en siembra directa, ya que parece ser una herramienta muy tentadora para "simplificar aparentemente" ciertas situaciones.

El éxito de la siembra directa se basa en mantener la cobertura del suelo por cultivos vivos o muertos (rastros) para protegerlo de la lluvia (erosión) y aumentar el contenido de materia orgánica con su lógico aumento de la actividad biológica, la cual es un factor fundamental del mantenimiento de las propiedades físicas y químicas del suelo.

El factor más correlacionado con la productividad de los suelos, tanto en laboreo convencional como en siembra directa, es el contenido de materia orgánica. Lo que favorezca la acumulación de materia orgánica y su descomposición natural favorece la productividad del suelo en cualquier circunstancia. Los dos factores que "quemar" materia orgánica son el fuego (quema de rastrojos) y el laboreo. Si se elimina el laboreo se mejora la conservación de la materia orgánica, pero a través de la quema se está anulando el efecto de la eliminación del laboreo, porque un suelo sin cobertura queda expuesto a la compactación ya la erosión producida por la lluvia; al mismo tiempo que se va a tener un balance negativo entre producción y descomposición de materia orgánica en el suelo. Este proceso repetido en la rotación produce un deterioro en el suelo, que va a reducir su potencial productivo.

La quema de rastrojos es el mejor ejemplo del refrán que dice: "pan para hoy, hambre para mañana"; y a la larga hace inviable la siembra directa, que tanto depende de la cobertura y de la materia orgánica del suelo. Quemar rastrojos si se pretende un sistema de siembra directa, es como hacerse trampa al solitario. Hay que extremar las medidas de manejo que permitan funcionar sin problemas de rastrojo {rotaciones, pastoreo, tratamiento del rastrojo, etc.)

## CONCLUSIÓN

En el momento actual la siembra directa, como sistema integral de producción, está totalmente probada en el Uruguay y funciona en condiciones comerciales de producción siempre que se atiendan sus necesidades específicas fundamentales.

La eliminación del laboreo es un factor de extraordinaria importancia en la agricultura, ya que elimina los problemas de erosión y degradación de los suelos. Estos procesos son los limitantes en la intensificación del uso de la tierra, así como de la viabilidad de ciertos tipos de explotaciones en suelos hasta el presente marginales por su riesgo de erosión.

Por la trascendencia de la eliminación del laboreo en la producción agropecuaria, se entiende justificado hacer los esfuerzos necesarios para resolver los nuevos problemas que se presentan con este cambio en las explotaciones agropecuarias reales en nuestras condiciones de suelo-clima-economía.

AUSID trata de hacer posible la solución de esos problemas, tratando de conocerlos en las experiencias reales de producción y de estudiar soluciones a través del método de prueba y error a nivel de chacra, así como a través de la investigación realizada por los organismos aptos para ello. Los conocimientos necesarios para un mejor funcionamiento de la siembra directa que se generan permanentemente deben ser divulgados y comprendidos por la mayoría de los usuarios (técnicos y productores). Esta tarea de divulgación es otra actividad importante para AUSID.

En resumen, convencidos de la trascendencia de la siembra directa en la agricultura, se pretende que se desarrolle su conocimiento y se divulgue lo más rápido posible con beneficios para el presente y el futuro de la actividad agropecuaria.



## **SIEMBRAS SIN LABOREO EN CAMPOS SUCIOS**

### **I. CONTROL DE CAMPO SUCIO y PRODUCCIÓN DE VERDEOS**

A. Ríos', M. Ibarra, Y. Roth

#### **INTRODUCCIÓN**

En el campo natural el pastoreo continuo ocasiona la disminución o desaparición de especies palatables y un enmalezamiento creciente evolucionando el tapiz a lo que Rosengurt (1979) caracteriza como campos sucios.

Los campos sucios según dicho autor presentan doble estructura de tapiz; un estrato bajo con sus especies características sobrepastoreadas y un estrato alto improductivo, en general no apetecido, constituido por maciegas y malezas.

La cardilla, el senecio, la carqueja y el mío mío, son las principales malezas del campo sucio, presentando amplia distribución y disminuyendo la productividad del campo natural y el área efectiva del pastoreo.

Son especies nativas perennes de ciclo primavera estival, que se caracterizan por su mediano a alto porte y bajo o nulo valor nutritivo. Producen gran cantidad de semillas viables y poseen órganos de reserva subterráneos que favorecen su persistencia, dificultando su control. El mío mío además, es tóxico para el ganado que lo ingiere, pudiéndole ocasionar la muerte.

En general para estas especies la quema y el corte no resultan prácticas exitosas de control.

Existen alternativas químicas efectivas como Ally y Tordon para el control de estas malezas que pueden ser aplicadas sobre campo natural y que son selectivas para las especies gramíneas integrantes del tapiz.

Es importante señalar que estos herbicidas matan a las leguminosas nativas o introducidas y en las dosis recomendadas para el control de estas malezas permanecen activos en el suelo por aproximadamente un año, por lo cual no se pueden realizar mejoramientos en el mediano plazo. Además en ciertas condiciones de producción. el costo puede ser el factor que condicione su adopción.

Otra opción es el control posicional que permite la eliminación de estas malezas con maquinaria que realiza un control selectivo al tocar sólo a las especies que están más altas y que se las quiere eliminar, no afectando al tapiz que al quedar por debajo no es alcanzado.

---

<sup>1</sup> INIA La Estanzuela

Actualmente se está evaluando en INIA La Estanzuela en las principales malezas, distintas máquinas posicionales, época de control, dosis, mezclas y gastos de herbicidas. Asimismo, se está estudiando luego de controladas las plantas adultas, la evolución de la reinfestación proveniente del banco de semillas del suelo bajo distintas presiones de competencia determinadas por la introducción de diferentes especies forrajeras en el tapiz del campo natural.

Las opciones señaladas apuntan a situaciones donde se quiere preservar el campo natural, no obstante, cada año son mayores las áreas de campos que se integran a sistemas de siembra directa.

La siembra directa viabiliza la integración de áreas de campo natural de baja aptitud agrícola a los sistemas de rotación agrícola - pastoril de los establecimientos.

El empleo de rotaciones de cultivos forrajeros en sistemas de siembra sin laboreo que favorezcan la interacción de prácticas de manejo que incluyen sucesivas aplicaciones químicas y la competencia de los cultivos, permitirían mediante el aumento de la productividad financiar el control, lográndose entonces el establecimiento y fundamentalmente la persistencia de praderas posteriores.

Así, la utilización de cultivos anuales con alta velocidad de crecimiento inicial y gran potencial de producción de forraje determinaría una alta competencia en el uso de los recursos abióticos limitando el crecimiento de las malezas.

En este contexto sería necesario evaluar diferentes estrategias de aplicación de glifosato constituidas por combinaciones de distintas épocas y dosis, y luego de las aplicaciones realizar la siembra de cultivos forrajeros, estivales e invernales, previo a la implantación de las mezclas forrajeras.

Para lograr el control del campo sucio es necesario adicionar las aplicaciones de herbicidas, la competencia de los cultivos, el pastoreo y ocasionalmente los cortes mecánicos.

En el presente trabajo se evaluó el control del campo enmalezado con aplicaciones de glifosato realizadas en primavera y otoño y la respuesta en los rendimientos de verdeos de verano y otoño en condiciones de siembra directa y cobertura.

## **ALGUNAS CONSIDERACIONES CON RESPECTO AL EXPERIMENTO**

El experimento se realizó en Rocha y se inició en el año 1996, en un campo natural sobre basamento cristalino, ubicado en el establecimiento del Dr. Eduardo Corradi, que se encuentra sobre ruta nacional N° 15 próximo a la ciudad de Rocha.

El suelo pertenece a la unidad José Pedro Varela, cuyas características físicas y químicas al momento de la instalación fueron: pH<sub>(H2O)</sub> = 5.5, C.org. = 2.10 %, M.O. = 3.6%, P = 1.0 ug P/g determinado por Resinas, K = 0.39 meq/100g, Arena = 37 %, Limo = 52 %, Arcilla = 11 %.

Se realizó una secuencia de laboreos que comenzaron con aplicaciones de primavera con dosis de Roundup a 5 y 3 l de Producto Comercial por hectárea (glifosato 1.8 y 1.08 kg de ingrediente activo) incluyéndose un testigo sin aplicación. Se continuó con la siembra de moha (*Setaria italica*) cv. Yaguané, evaluándose tres alternativas de siembra: siembra directa con y sin pasada de rastra cotorrera previamente a las aplicaciones (SD+C y SD) y siembra en cobertura (SC). Luego en otoño, se realizaron aplicaciones de Roundup a 5 y 3 litros de PC/ha más Ally a 10 g PC/ha (metsulfurón metil 6 g ia/ha) continuando con la siembra de avena (*Avena bizantina*) cv. 1095 a más raigrás (*Lolium multiflorum*) cv. LE 284 en siembra directa y cobertura. La pasada de rastra cotorrera fue realizada solamente en la siembra de primavera (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Estrategias de aplicación de herbicida.**

<b>Estrategias de Aplicación</b>	<u>Primavera</u> Roundup l/ha	<u>Otoño</u> Roundup l/ha + Ally g/ha
<b>1</b>	5	5 + 10
<b>2</b>	5	3 + 10
<b>3</b>	5	0
<b>4</b>	3	3 + 10
<b>5</b>	3	5 + 10
<b>6</b>	<b>Testigo sin aplicación</b>	

El 13 de diciembre se realizaron las aplicaciones de primavera con Roundup. A los 7 días de la aplicación, el 20 de diciembre, en toda el área experimental se sembró la moha, a una densidad de 25 kg/ha para siembra directa y 30 kg/ha para la siembra en cobertura, siendo al momento de la siembra fertilizada con 90 kg/ha de fosfato de amonio (18-46-0).

El 15 de marzo se pastoreó la moha. A los 9 días, el 24 de marzo, se realizaron las aplicaciones de otoño con Roundup más Ally. Posteriormente, el 7 de abril se realizó la siembra de la mezcla de avena con raigrás. La densidad de avena en siembra directa fue de 110 kg/ha y del raigrás de 20 kg/ha; para la siembra en cobertura las densidades fueron de 80 y 30 kg/ha respectivamente. La fertilización se realizó con 100 kg/ha de fosfato de amonio (18-46-0) a la siembra y 150 kg/ha de urea (46-0-0) aplicados al voleo el 25 de julio.

Para la aplicación de Roundup se utilizó el surfactante Galactic a la dosis de 100cc/100L de agua. Para la siembra se utilizó una sembradora Saldan SP de 16 líneas con un espacio miento entre líneas de 0.18m.

Las evaluaciones de cardilla, carqueja y mío mío se realizaron a través de conteo directo de plantas marcadas. Los conteos fueron realizados el 13 de diciembre de 1996 previo a la aplicación de primavera, el 24 de marzo de 1997 previo a la aplicación de otoño y posteriormente, el 24 de abril, 9 de agosto, 22 de octubre y 13 de diciembre. Los resultados se presentan en base al número de plantas muertas, medido como % de control.

$$\text{Porcentaje de control (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{Plantas iniciales} - \text{N}^\circ \text{plantas finales}}{\text{N}^\circ \text{plantas iniciales}} \times 100$$

La producción de forraje de los cultivos fue evaluada realizando un corte en marzo para moha, mientras que la mezcla de avena y raigrás se evaluó en junio, agosto y octubre, momentos en que la oferta de forraje ameritaba el pastoreo.

## **CONTROL DE MALEZAS**

En el área donde se instaló el experimento existía un alto y homogéneo nivel de enmalezamiento de especies de campo sucio, cuantificándose aproximadamente 1 planta/m<sup>2</sup> de carqueja y mío mío y 5 plantas/m<sup>2</sup> de cardilla.

En base a la similitud de las respuestas obtenidas se presentan por separado los resultados para carqueja y mío mío y luego para cardilla. A su vez la discusión se realiza en dos etapas, la primera comprende las respuestas obtenidas a la aplicación de primavera de 3 y 5 litros de Roundup ya la competencia del cultivo de verano en las tres alternativas de siembra, siembra directa con y sin cotorrera, y siembra en cobertura. En segunda instancia se presentan los resultados de control obtenidos luego de las aplicaciones de otoño y durante el período del verdeo invernal también considerando las alternativas de siembra.

### **Control de Carqueja y Mío Mío**

Las condiciones climáticas de humedad no limitantes en el mes previo a las aplicaciones de primavera, determinaron que las plantas de carqueja y de mío mío se encontraran en activo crecimiento favoreciendo la actividad del herbicida y con una importante área foliar receptiva a la absorción del mismo. Consecuentemente los tratamientos de primavera controlarán eficientemente a estas malezas con la menor dosis de 3 l/ha de Roundup.

En esta época, las dos especies se encontrarían teóricamente con un bajo nivel de reservas, ya que éstas habrían sido utilizadas para el rebrote de primavera (Núñez, 1988; Alemán & Gómez, 1989). El control en esta fase fisiológica deprimiría sustancialmente la traslocación de fotoasimilatos hacia los órganos de reserva, lo que condicionaría el rebrote posterior de estas malezas.

Las aplicaciones de herbicidas fueron realizadas el 13 de diciembre, la siembra de la moha se realizó el 23 del mismo mes y las primeras lluvias ocurrieron el 6 de enero. La moha emergió luego de esa lluvia y recién a fines de enero cubrió el suelo. En consecuencia el control de las plantas establecidas de carqueja y mío mío se debió exclusivamente al efecto del herbicida y no se considera que fuera complementado por la competencia de la moha.

En la evaluación realizada en marzo, las plantas que previo a las aplicaciones se habían individualizado, estaban controladas, no observándose rebrotes en el radio de crecimiento de los rizomas del mío mío, ni en el de las raíces geminíferas de la carqueja, ni emergencias de nuevas plántulas.

No se detectaron nuevas germinaciones de carqueja y mío mío, posiblemente por el efecto de sombreado de la moha. En respuesta a la radiación luminosa existen mecanismos fisiológicos de dormancia en las semillas que previenen la germinación en presencia de cobertura vegetal. El follaje del tapiz actúa como filtro transmitiendo la luz roja lejano, en consecuencia, las semillas que se encuentran bajo la vegetación reciben este tipo de radiación. La mayoría de las especies de hábitats abiertos se caracterizan por presentar requerimientos de luz, dado que poseen una habilidad competitiva muy baja, por lo menos en el estado de plántula. Es así que las semillas germinan en lugares abiertos, donde la probabilidad de sobrevivencia es mayor (Ríos, 1996).

Aunque no existen estudios de la incidencia de factores abióticos en la germinación de estas especies, consistentemente se observa en el país que en períodos de seca se dan flujos de emergencias en respuesta a la disminución de la cobertura del tapiz, lo cual estaría indicando que deben satisfacerse requerimientos de luz para germinar.

En otoño se realizaron las aplicaciones de Roundup (5 y 3 l/ha) + Ally (10 g/ha) y se sembró el verdeo invernal. En las sucesivas evaluaciones realizadas durante el período de crecimiento del verdeo, no se detectaron reinfestaciones de carqueja ni de mío mío. La persistencia del control luego de las aplicaciones de otoño se debería al efecto residual del Ally principalmente a la competencia temprana que realiza la avena a través del sombreado. Esto se verifica en los tratamientos que no incluyeron aplicaciones de herbicida en otoño, en los cuales no se observaron plantas de mío mío y carqueja incluso un año después de las aplicaciones.

La eficiencia del Ally en el control de mío mío ya fue destacado por Giménez (1995), que obtuvo controles de 80 % con dosis de 20 g/ha, manteniendo un buen control aún un año después de realizadas las aplicaciones.

Los momentos en que se realizaron los controles químicos, a fines de primavera y principios de otoño serían adecuados, en base a la información ya generada relacionada al manejo de cortes para estas especies. Es así que Núñez (1988), realizando cortes en otoño.

obtuvo controles de 70% en las poblaciones de carqueja; asimismo, Alemán & Gómez (1989), destacan en mío mío los cortes realizados en primavera y principios de otoño.

En este experimento para estas dos especies el 100 % de control inicial alcanzado y su persistencia en el año sería una sumatoria de los efectos de las aplicaciones de primavera, la competencia de la moha, el efecto del Ally y la competencia del verdeo siguiente.

En estas situaciones, entonces, sería relevante un control inicial eficiente, el efecto sinérgico de la residualidad del herbicida y la competencia realizada por los cultivos

### **Control de Cardilla**

En el área experimental cardilla era la especie predominante, es una maleza perenne de campo natural en la que se han volcado sistemáticamente esfuerzos de investigación con resultados poco satisfactorios.

Trabajos realizados por Pazos (1994), en control biológico de cardilla, determinaron que los insectos que normalmente se alimentan de *Eryngium horridum*, no limitan su capacidad reproductiva ni la formación de nuevos brotes a partir de los rizomas. Asimismo, en estudios realizados en Argentina, en 1990, trabajando con insectos, no se observó muerte de plantas ni retraso en su desarrollo y multiplicación.

Por otra parte Giménez & Ríos (1991), realizaron sucesivos trabajos, (en 1981 aplicaciones químicas utilizando máquinas de sogas; en 1984 aplicaciones totales y en 1990 evaluaron diferentes herbicidas asociados a manejos de cortes), sin obtener resultados satisfactorios en el control de cardilla en ninguno de los experimentos.

No obstante, trabajos posteriores de Ayala & Carámbula (1995), señalan que cortes y aplicaciones de Tordon 101 en dosis de 2.5 Vha logran reducciones en el número de plantas de 84 % en dos años de aplicaciones sucesivas y de 45 % en años alternados.

De acuerdo a los antecedentes citados, posiblemente, la sumatoria de aplicaciones de herbicidas, sumado al efecto de competencia de cultivos parecería una alternativa viable para el control de cardilla.

Es así que para este trabajo se planteó una secuencia de aplicaciones químicas y posteriores implantaciones de cultivos en siembra directa y cobertura.

Como ya se mencionó, los controles obtenidos se evaluaron a través del conteo de plantas vivas previamente marcadas. Los mismos se realizaron el 13 de diciembre de 1996, el 24 de marzo de 1997, el 24 de abril, 9 de agosto, 22 de octubre y el 13 de diciembre del mismo año.

En la evaluación realizada en marzo, luego de las aplicaciones de primavera, y del cultivo de moha, sólo se cuantificó una disminución media del 9 % sin detectarse diferencias entre tratamientos. Sin embargo, se observó una tendencia a aumentar el control con 3 litros de Roundup en SO y con la dosis de 5 litros del herbicida en las tres estrategias de siembra asociado a un menor tamaño de las cardillas (Figura 1).

La rastra cotorrera es un implemento pesado que se utilizó al inicio del experimento para provocar daño a las malezas y favorecer la penetración del herbicida.

La SD+C mostró una tendencia a menor control con 3 litros de Roundup, posiblemente debido a que el pasaje de la rastra previo a la aplicación arrancó plantas, hojas de cardilla y restos secos que interceptaron la aplicación determinando estos resultados. No obstante, en esta situación se da un leve aumento en el control con la mayor dosis.

En cuanto a la SC con la menor dosis apenas se logró un control de 4 %, sin embargo con la mayor dosis el control fue similar al observado en siembra directa.

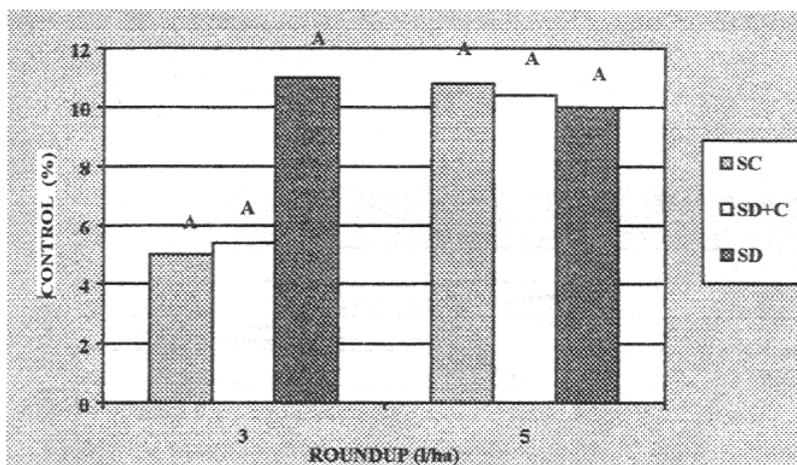


Figura 1: Porcentaje de control de cardil/as en mafzo.

La SO favoreció el establecimiento de la moha y la rápida cobertura del suelo. Asimismo la mayor dosis del herbicida mostró en todas las alternativas de siembra el mejor control.

La cardilla evidenció una mayor resistencia a las dosis utilizadas en comparación con la carqueja y el mío mío. Estas especies se controlaron ya con la primera aplicación, mientras que en cardilla sólo se observó cJorosis, detención de crecimiento, permaneciendo en estado vegetativo sin emitir el escape floral, con un bajo porcentaje de control menor a 12 %, logrado por la muerte de las plantas de menor tamaño.

La cardilla es una planta perenne que posee un rizoma voluminoso, determinando un potencial de reserva que promueve múltiples rebrotes. Además presenta una cutícula cerosa que actuaría como barrera para la penetración del herbicida. Estas características estarían explicando los bajos porcentajes de control logrados.

Luego del pastoreo a fines de marzo se realizaron las aplicaciones químicas. Posteriormente se realizó un corte con rotativa a la mitad de cada parcela previo a la siembra de otoño. Si bien los cortes según Carámbula y col. (1995), complementan el control químico, en esta situación sólo se diagnosticó la disminución en el tamaño de cada planta en las parcelas tratadas, no detectándose disminuciones en el número de plantas. Dado los resultados obtenidos, el efecto de la rotativa no fue tenido en cuenta en este análisis como una variable en estudio.

En la evaluación de abril, a un mes de realizadas las segundas aplicaciones, se determinó un aumento importante en el porcentaje de control en todos los tratamientos evaluados, pasando de una media de 9 % de control a 40 %. En las evaluaciones posteriores, de agosto y octubre los porcentajes de control permanecieron estables o se incrementaron aunque con tasas decrecientes. Sin embargo, en la evaluación de diciembre, si bien los controles obtenidos persistieron, se registró una leve disminución con respecto a agosto en las estrategias de 3+5 y 3+3, determinado por nuevas emergencias (Figura 2).

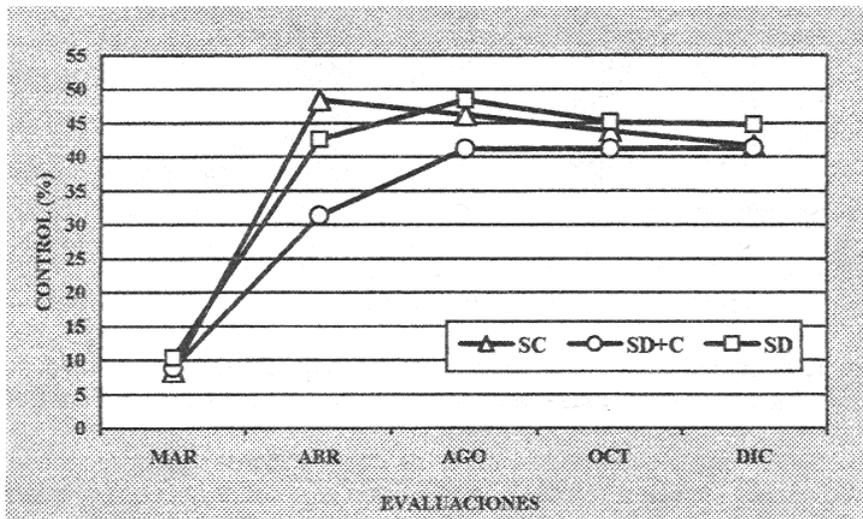


Figura 2: Evolución del porcentaje de control según el tipo de siembra.

Es de destacar, que en general no se detectaron diferencias de control entre las alternativas de siembra en las sucesivas evaluaciones, excepto en abril donde se diferenciaron 5D y SC de SD+C. Esta diferencia se diluyó en las evaluaciones posteriores.

Con respecto a las aplicaciones químicas, a partir de la evaluación de abril, se determinaron diferencias importantes, siendo las aplicaciones dobles de mayores dosis (5+5, 5+3 y 3+5), en las que se obtuvieron los mayores porcentajes de control que persistieron durante el ciclo del verdeo, entre tanto el tratamiento que incluye una única aplicación en primavera 5+0 y la aplicación doble de menor dosis 3+3, fueron las que presentaron el menor control (Figura 3).

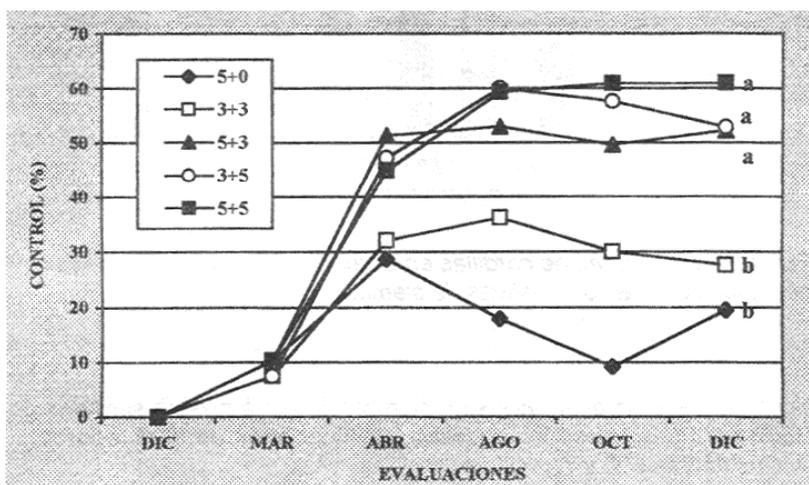


Figura 3: Evolución del porcentaje de control según las estrategias de aplicación química.

Al año de comenzado el experimento, en diciembre, se destacan los tratamientos con mayores dosis dobles, 5+5, 3+5 y 5+3, con 61, 53 y 52 % de control respectivamente, siendo significativamente menores las dosis de 3+3 y 5+0 que llegaron a controles de 28 y 19 %; (Figura 4).

Los resultados indicarían que las aplicaciones son efectivas con dosis mínimas de 8 litros en total (3+5 o 5+3). No obstante, en todas las alternativas de siembra se destaca la aplicación doble de 5+5 con la cual persiste el mejor control.

En las aplicaciones con dosis más altas se detentó mayor eficiencia de control dada por una mortalidad superior a 50 % y una mayor velocidad de control, lo que permitió una mejor implantación y consecuentemente mayores tasas de crecimiento inicial.

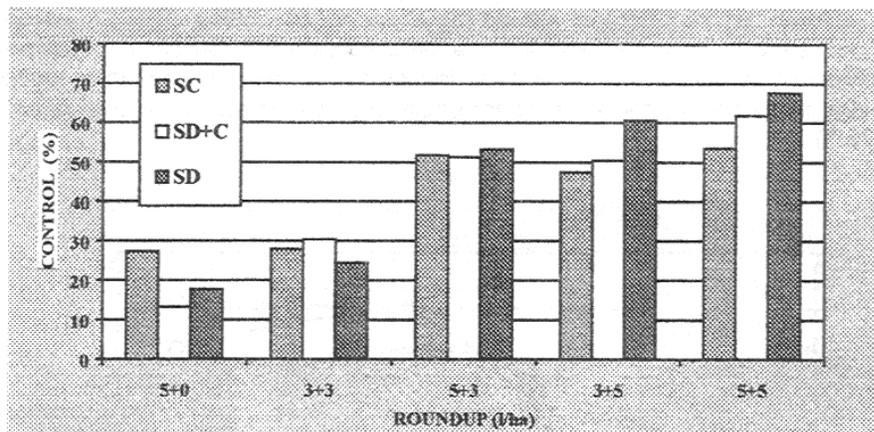


Figura 4: Porcentaje de control de cardillas en diciembre según las estrategias de aplicación y las alternativas de siembra.

Al final del ciclo, si bien las alternativas de siembra llegan a niveles similares de control, difieren en la evolución del mismo, en las sucesivas evaluaciones de abril, agosto y octubre, como se observa en las figuras 5, 6 y 7.

En la SO el verdeo invernal produjo forraje temprano debido al componente avena, lo que redundó en un buen control inicial que se mantuvo hasta el final del ciclo. El mejor control logrado corresponde al tratamiento de 5+5 litros de Roundup en SO alcanzando un 70 % de control.

Con respecto a la SC se lograron buenos controles pero más tardíamente, el tipo de siembra y la mayor proporción de raigrás determinó una implantación y crecimiento inicial mas lento con respecto a la SO, condicionando que el estrés competitivo se manifestara mas tardíamente.

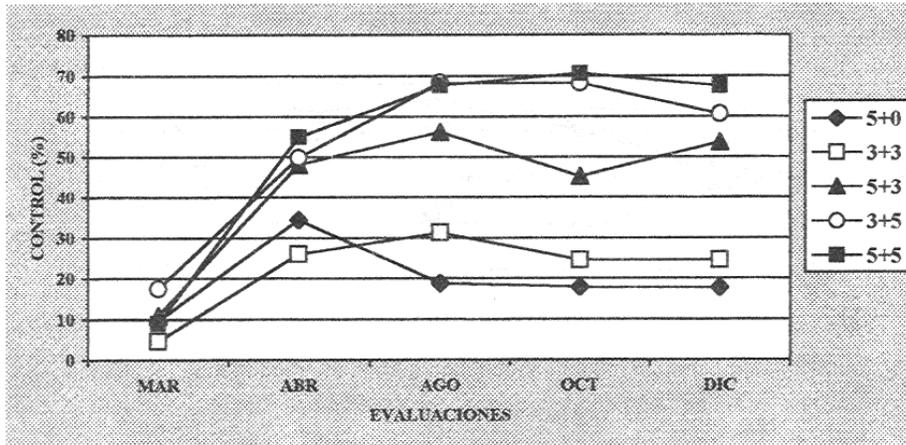


Figura 5: Evolución del porcentaje de control según las estrategias de aplicación química en *Siembra Directa*.

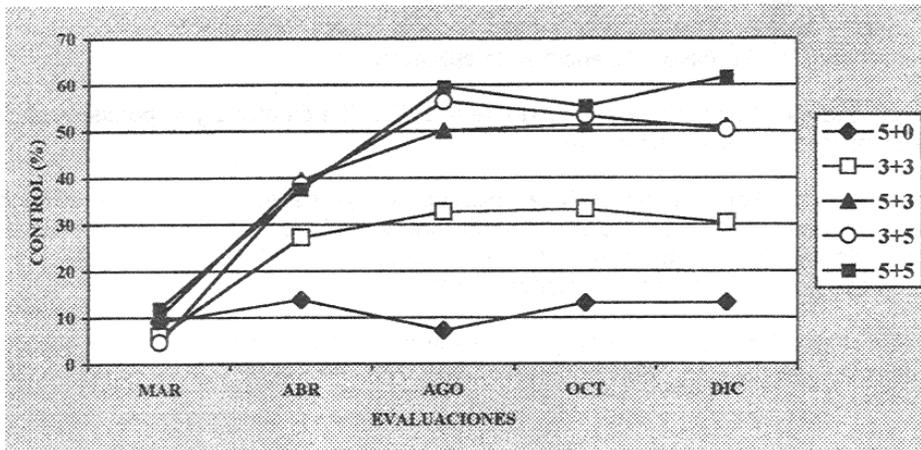


Figura 6: Evolución del porcentaje de control según las estrategias de aplicación química en *Siembra Directa + Coterrera*

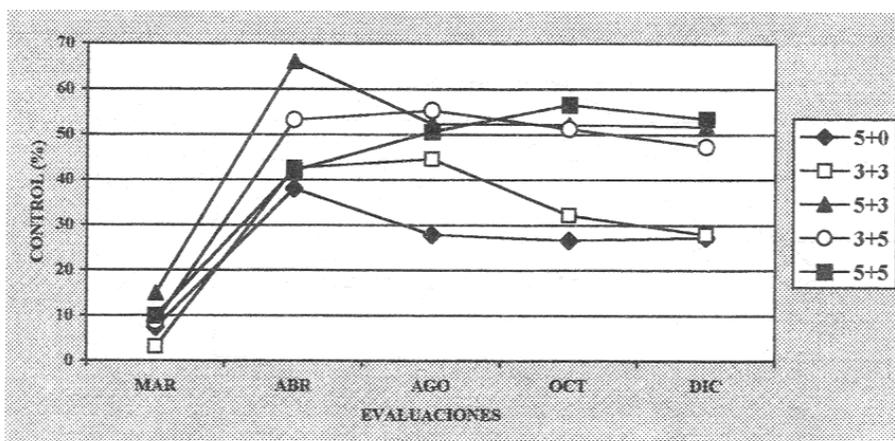


Figura 7: Evolución del porcentaje de control según las estrategias de aplicación química en Siembra en Cobertura

La aplicación de primavera a pesar de la baja mortalidad (12 0/0) estresó a las cardillas que posteriormente experimentaron un segundo estrés biótico, determinado por el efecto de sombreado de la moha que continuó debilitándolas. Las plantas que reciben mayor concentración de rojo lejano aumentan su relación parte aérea-raíz, su área foliar específica, y se afina la cutícula lo que aumenta la superficie de absorción y favorece la penetración del herbicida, determinando una mayor eficiencia en la aplicación.

Se explicaría así el control logrado luego de la aplicación de otoño y la persistencia del efecto por la competencia del verdeo invernal.

La aplicación de Roundup en otoño en plantas que ya estaban estresadas evidenció mejor eficiencia de control, sumado el efecto del Ally que controló las plantas menos afectadas en un período de tiempo mayor, asimismo, dado su efecto residual posiblemente fue el responsable de que no ocurrieran germinaciones en otoño.

El efecto residual del Ally se va diluyendo en la primavera, cuando el verdeo realizaba una excelente cobertura del suelo ejerciendo una fuerte competencia por luz sobre las cardillas que aún sobrevivían.

Es de destacar que si bien en diciembre los controles logrados fueron buenos, se observa una tendencia a la disminución del control a partir de la evaluación de agosto, ocasionado por el aumento en el número de plantas que si bien no es significativo estaría determinando una evolución a un reenmalezamiento.

Este reenmalezamiento constatado en la primavera estaría determinado por emergencias de plántulas y rebrotes de la cardilla, y se debería a la dilución del efecto residual del Ally sumado a la menor competencia del verdeo invernal, interceptándose consecuentemente menor radiación, favoreciendo así germinaciones y rebrotes, lo que explicaría el aumento en el número de plantas.

Esto indicaría la capacidad de reinfestación de la cardilla en ausencia del cultivo y de la actividad residual del herbicida en el suelo, destacándose la importancia de un programa de control a largo plazo integrando prácticas de manejo que tiendan a erradicar esta maleza.

## **RENDIMIENTO DE FORRAJE**

### **Rendimiento de Moha**

En diciembre, luego de las aplicaciones de primavera se sembró moha en todos los tratamientos.

La moha se adapta a distintos tipos de suelos, es de ciclo corto, y muy competitiva por su alta tasa de crecimiento que permite una rápida cobertura del suelo, lo que permite incorporarla en un sistema de manejo integrado de malezas. A su vez, deja un rastrojo con buenas condiciones físicas para la instalación de un cultivo posterior (Formoso, 1997).

En la presente situación la moha no se implantó en ninguna de las alternativas de siembra, cuando no se aplicó herbicida, debido a la interferencia del campo sucio.

En condiciones de siembra directa se ha determinado que es imprescindible para el establecimiento de la moha el control de la vegetación existente, de lo contrario, es de esperar que el establecimiento sea deficiente debido a la competencia por espacio, a limitantes nutritivas o a efectos alelopáticos.

No era el objetivo de este trabajo la identificación de cual o cuales de éstos factores determinaron estas fallas de implantación. No obstante es necesario destacar que similares resultados se registraron en chacras engramilladas (Ríos et al, 1997).

Si bien no hay estudios previos de siembra en cobertura de moha, la experiencia en este trabajo muestra su flexibilidad de adaptación a este tipo de siembra, siempre que, como ya fue destacado, al momento de la misma el tapiz esté controlado y libre de malezas.

El rendimiento de moha fue superior en SO con respecto a SC, siendo intermedios en SO+C. Asimismo, los rendimientos tienden a aumentar con la mayor dosis de herbicida como consecuencia de la mayor velocidad de control del tapiz, permitiendo una mejor implantación y

menor competencia como se observa en la figura 8, destacándose el tratamiento de 5 litros en SD con 2340 kg PS/ha, como el mayor rendimiento.

La mayor producción de forraje en SD, se debe a las mejores condiciones de implantación de la moha, cuantificándose un incremento de 57% con respecto a SC.

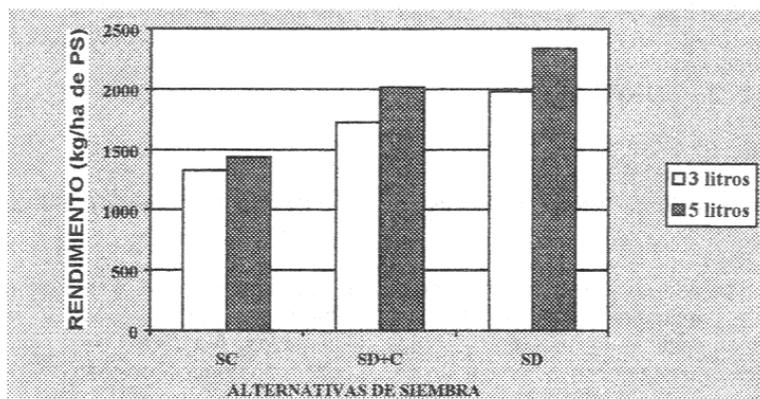


Figura 8: Rendimiento de moha según las diferentes alternativas de siembra

En SD+C, la siembra no fue homogénea, la sembradora se atascaba con los *restos* I secos dejados en superficie por la rastra cotorrera. Esta situación posiblemente determinó el menor rendimiento con respecto a SD.

Las diferencias de rendimiento entre las alternativas de siembra no se reflejan en la mortalidad de las cardillas, si bien se observa una tendencia a mayor control en SD, ésta, no fue significativa (Figura 9).

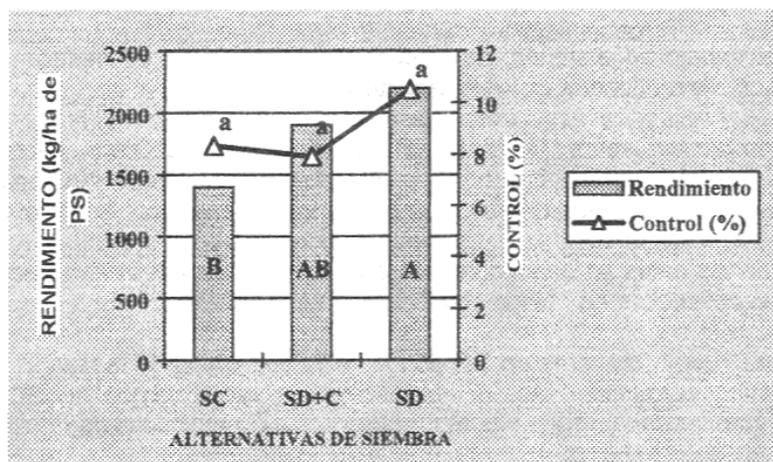


Figura 9: Rendimiento de moha y porcentaje de control en las diferentes alternativas de siembra

Los rendimientos obtenidos son bajos con respecto a las medias obtenidas en siembra directa por Ríos y col. (1997), quienes aplicando 3 y 5 litros de Roundup determinaron 3247 y 4448 kg/ha de PS de moha respectivamente. Dichas diferencias se deben probablemente a la baja fertilidad del suelo donde se instaló el experimento con 3.6 % de materia orgánica y 1 ppm de fósforo y la limitada fertilización recibida de 16 kg/ha de N y 41 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Por otra parte la máquina sembradora utilizada por dichos autores, John Deere 750, realizó un mejor trabajo por su sistema de siembra a diferencia de la utilizada en este experimento, Baldan SP.

### Rendimiento del Verdeo Invernal

Luego de pastoreada la moha, en marzo, se realizaron las aplicaciones de otoño y posteriormente se sembró el verdeo invernal.

La mezcla de avena y raigrás produce gran cantidad de forraje desde temprano en el otoño hasta fines de primavera. La avena se caracteriza por su "rápido crecimiento y capacidad de macollaje, aportando el mayor volumen de forraje a principios de otoño e invierno, complementándose con el raigrás cuyo crecimiento inicial es lento, realizando su mayor aporte de forraje más tarde, a fines de invierno y primavera.

Dado que no existen antecedentes de avena sembrada en cobertura, y previendo posibles dificultades de implantación, se modificó la proporción de la mezcla para la siembra en

En el presente trabajo se exponen los rendimientos de forraje acumulado del verdeo correspondiente a los cortes realizados en junio, agosto y octubre.

Previo a la siembra del verdeo se pasó rotativa a la mitad de cada parcela, con el objetivo de favorecer la siembra y permitir una mejor implantación del mismo. No obstante no se determinaron diferencias en producción de forraje entre los tratamientos con y sin rotativa.

En el análisis de los datos se detectaron diferencias entre las alternativas de siembra y entre las estrategias de aplicación, no siendo significativa la interacción.

Los rendimientos fueron mayores en SD donde el mayor aporte lo realizó la avena que en SC donde predominó el raigrás, siendo intermedios los rendimientos en SD+C. Estos resultados estarían determinados por la mejor implantación y la mayor densidad de siembra de avena en las alternativas de siembra directa asociado a su precocidad.

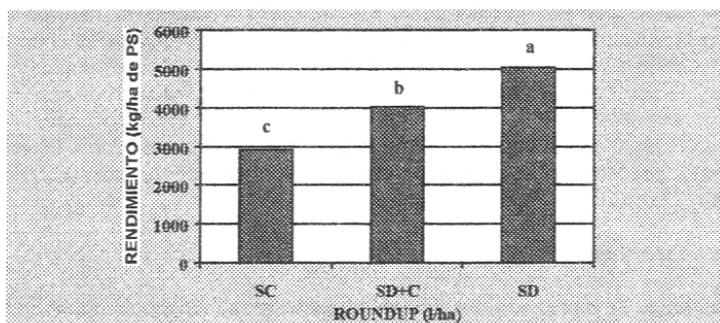


Figura 10: Rendimiento del verdeo invernal en las diferentes alternativas de siembra

El mayor rendimiento de SD con respecto a SD+C se debería a las mejores condiciones del rastrojo dejado por el cultivo predecesor, deteniendo mejores condiciones de siembra del verdeo en SD.

El rastrojo de moha se caracteriza por dejar un gran volumen de raíces concentradas en los 10 a 15 cm superiores del suelo, mejorando sus condiciones físicas al favorecer la

descompactación y el aporte de materia orgánica resultado de la descomposición radical. Esta situación determinó un aceptable rendimiento del verdeo implantado en cobertura.

En respuesta a las estrategias de aplicación se determinaron los mayores rendimientos en las aplicaciones fraccionadas con mayores dosis, 5+5, 5+3 y 3+5 con 5668, 4968 y 4751 kg/ha de PS respectivamente; entre tanto, se cuantificaron rendimientos intermedios de 4181 y 2512 kg/ha de PS en los tratamientos de 3+3 y 5+0. Asimismo, asociado a los mayores rendimientos se obtuvieron los mayores porcentajes de control de cardillas lo que estaría indicando la habilidad competitiva del verdeo invernal con relación a las malezas presentes (Figura 11).

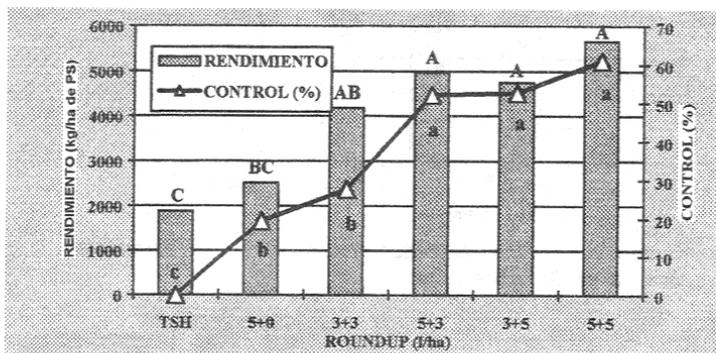


Figura 11: Rendimiento acumulado del verdeo invernal y porcentaje de control de cardillas según las estrategias de aplicación química. TSH = Testigo sin herbicida.

Las aplicaciones de otoño realizaron un buen control del rastrojo de mocha y de las malezas enanas existentes al momento de la siembra permitiendo una adecuada instalación del verdeo.

Cuando no se aplicó herbicida, en el tratamiento de 5+0, la presencia de malezas enanas además de la cardilla presente en el rastrojo, condicionó el rendimiento. Entretanto, en el tratamiento de 3+3, la presencia de cardilla fue la determinante de los menores rendimientos obtenidos.

Los menores rendimientos del verdeo se presentaron en el testigo sin herbicida en todos los cortes realizados en julio, en setiembre y en octubre. Esta situación se debió a las dificultades de implantación de la avena en mayor medida y del raigrás dado por la interferencia del tapiz vegetal y de las malezas existentes a pesar del pastoreo rasante realizado con ovinos. El testigo de SC fue el de menor rendimiento con respecto a los demás testigos. Similares resultados obtuvieron Rios y col. (1998), en chacras engramilladas.

Si bien, como ya fue mencionado, la interacción entre alternativas de siembra y estrategias de aplicación no fue significativa, agrónomicamente es importante destacar los resultados obtenidos para las tres alternativas de siembra en función de las estrategias de aplicación (Figura 12, 13 y 14).

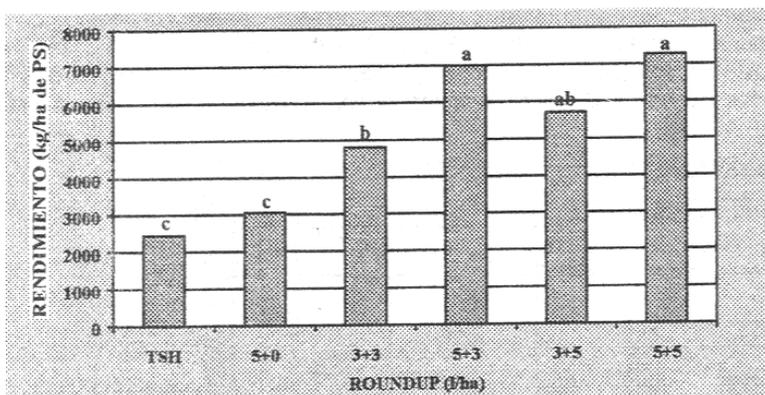


Figura 12: Rendimiento acumulado del verdeo invernal según las estrategias de aplicación en **Siembra Directa**.

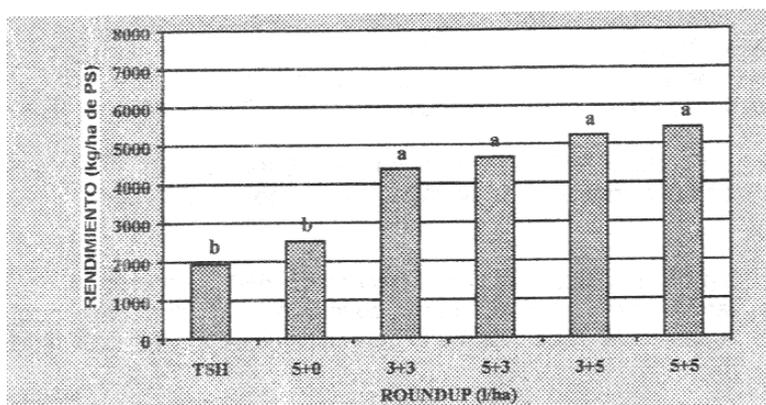


Figura 13: Rendimiento acumulado del verdeo invernal según las estrategias de aplicación en **Siembra Directa + Cotarrera**.

Los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos de SO con las aplicaciones dobles de mayores dosis, 5+5, 5+3 y 3+5, cuantificándose 7260, 6993 y 5698 kg/ha de PS, **I** respectivamente.

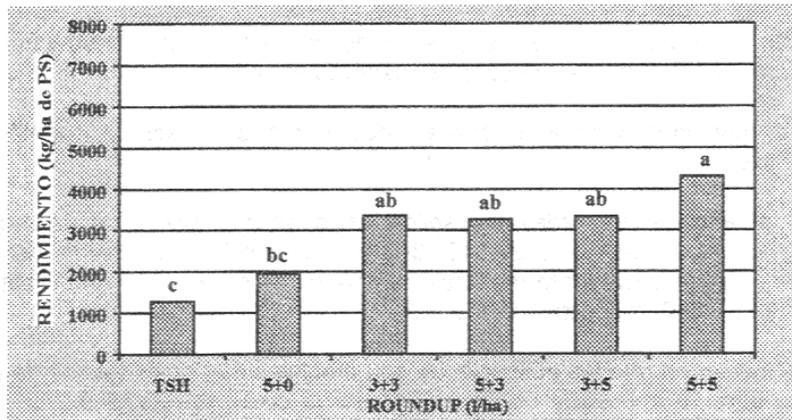


Figura 14: Rendimiento acumulado del verdeo invernal según las estrategias de aplicación en *Siembra en Cobertura*.

En SD+C y SC las respuestas en rendimiento a las diferentes alternativas químicas estuvieron limitadas por las condiciones de siembra.

En SO es donde se obtuvieron los máximos rendimientos de forraje asociados a las mayores dosis de herbicidas que favorecieron mejores implantaciones y mayores tasas de crecimiento, las que coadyuvaron para una mejor eficiencia de control.

## CONCLUSIONES

### CONTROL DE MALEZAS

#### Control de Carqueja y Mío Mío

Las aplicaciones de primavera de 3 y 5 litros de Roundup controlaron carqueja y mío mío, no detectándose rebrotes ni emergencias de nuevas plántulas de estas malezas en las sucesivas evaluaciones realizadas en abril, agosto, octubre y diciembre, en respuesta al control residual del Ally aplicado en otoño y a la competencia de la moha y del verdeo invernal.

### **Control de Cardilla**

En la evaluación realizada en marzo, luego de las aplicaciones de primavera y del cultivo de moha se determinaron bajos controles de cardilla, menores al 12 %.

En respuesta al manejo previo ya las aplicaciones de otoño, en abril se cuantificó una media de 40 % de control.

En diciembre, al año de realizadas las aplicaciones de primavera, se destacan los tratamientos con mayores dosis de Roundup 5+5, 3+5 y 5+3, con 61, 53 y 52 % de control respectivamente, siendo significativamente menores con controles de 28 y 19% los obtenidos con las estrategias de 3+3 y 5+0 respectivamente.

Los resultados indicarían que las aplicaciones son efectivas con dosis totales de 8 litros de Roundup, destacándose la aplicación doble de 5+5 en la cual persiste el mayor control, determinándose para esta estrategia en SO 70 % de control.

Los mayores porcentajes de control de cardilla estuvieron asociados a mayores rendimientos del verdeo invernal independientemente del tipo de siembra.

La cardilla evidenció una mayor resistencia al control en comparación con carqueja y mío mío, lo cual denota la necesidad de más de un ciclo de aplicaciones químicas y de cultivos para un control eficiente.

### **RENDIMIENTO DE FORRAJE**

#### **Rendimiento de Moha**

La moha no se implantó en ninguna de las alternativas de siembra cuando no se aplicó herbicida.

Los mayores rendimientos de moha se produjeron en SD con 2200 kg/ha de PS, siendo intermedios en SD+C y menores en SC obteniéndose 1900 y 1390 kg/ha de PS respectivamente.

En SC con 5 y 3 litros de Roundup se obtuvieron 1437 y 1330 kg/ha de PS de moha determinándose en SD incrementos de 40 y 33 % de rendimiento para ambas dosis.

Los rendimientos tienden a aumentar con la mayor dosis de Roundup, en respuesta a la mayor eficiencia en el control del tapiz.

### **Rendimiento del Verdeo Invernal**

En SD, SD+C y SC, los testigos sin aplicación de herbicida produjeron 2445, 1909 y 1278 kg/ha de PS de forraje respectivamente.

En SD el rendimiento del verdeo invernal registró una media de 5043 kg/ha de PS, mientras que en SD+C y SC las producciones de forraje fueron 20 y 42 % menores respectivamente.

En las estrategias de aplicación con las mayores dosis de 5+5, 5+3 y 3+5 se produjeron los mayores rendimientos con una media de 5129 kg/ha de PS mientras que la aplicación doble de 3+3 produjo 4181 kg/ha de PS, siendo la aplicación única de 5 litros en primavera en la que se determinó el menor rendimiento de 2512 kg/ha de PS.

El mejor rendimiento se obtuvo en el tratamiento de SD con la aplicación de Roundup de I 5 + 5 litros obteniéndose 7200 kg/ha de PS.

Los mayores rendimientos de forraje estuvieron asociados a mayores dosis de herbicidas que favorecieron mejores implantaciones y mayores tasas de crecimiento de los cultivos determinando una mejor eficiencia de control principalmente en condiciones de siembra directa.

### **BIBLIOGRAFIA**

- 1- ALEMAN, A.; GOMEZ, A. 1989. Control de malezas de campo sucio y reservas de carbohidratos de plantas arbustivas Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 253 p.
- 2- AYA LA, W.; CARAMBULA, M. 1995. Control de *Eryngium horridum* en una pastura natural. In Congreso Latinoamericano de Malezas (12., 1995, Montevideo, Uru.). Conferencias y trabajos. Ed. A. Ríos; G. Fernández. Montevideo, INIA. Serie Técnica no.56. p. 322-327.
- 3- CARAMBULA, M.; AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; CARRIQUIRY, E. 1995. Control de cardilla. Montevideo, INIA. Serie Técnica no.57 . 11 p.
- 4- DEL CAMPO, M.; IRAZABAL, M. 1994. Germinación de semillas de margarita de Piria (*Coleostephus myconis*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía.

- 5- FORMOSO, F.. 1997. La moha en los sistemas de producción; apéndice. In Moha: una contribución a su conocimiento. G. Irigoín, F. Formoso, G. Bascou. Montevideo, PROVA. p. 16-23.
- 6- GIMENEZ, A.; RIOS, A. 1991. Control de malezas en campo natural. In Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. Serie Técnica n° 13. p. 129-134.
- 7- GIMENEZ, A. 1995. Control de mio mio (*Baccharis coridifolia*) en pasturas naturales del Uruguay. In Congreso Latinoamericano de Malezas (12., 1995, Montevideo, Uru.). Conferencias y trabajos. Ed. A. Ríos; G. Fernández. Montevideo, INIA. Serie Técnica no.56. p. 459-463.
- 8 - NUÑEZ, H. 1988. Observaciones sobre la biología de *Baccharis trímera*, "carqueja". Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 101 p.
- 9- PAZOS, J.L. 1994. Proyecto factibilidad de control biológico de malezas de pasturas en el Uruguay: noviembre 1991-abril 1994; informe final, diciembre de 1994. Uruguay. Convenio Facultad de Agronomía-INIA. 50 p.
- 10 - RIOS, A. 1996. Características determinantes del suceso de las plantas. In Curso de Actualización Técnica en Manejo de Malezas (2., 1996). INIA La Estanzuela. Publicación de apoyo. [s.p.].
- 11- RIOS. A; FAGGI, N; SCREMINI. G. 1997. Control integrado de gramilla (*Cynodon dactylon*) en sistemas pastoriles. In Jornada Anual de Producción Animal (1997, Unidad Experimental Palo a Pique). INIA Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión n° 136. p. 15-26.
- 12- RIOS, A; FORMOSO, F.; PANIZZA, C.; BONINO, F. 1998. Siembra Directa y Convencional de Pasturas en Praderas Degradadas por Gramilla. 6° Jornada Nacional de Siembra Directa. Octubre 1998. Soriano, Uruguay. P25-30.
- 13 - ROSENGURT . B. 1979 Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales del Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 86 p.

## SIEMBRAS SIN LABOREO EN CAMPOS SUCIOS

### II. CONTROL DE CARDILLA Y PRODUCCION DE DIFERENTES ALTERNATIVAS FORRAJERAS

A. Rios<sup>1</sup>, A. Barboza, e. Riet

#### INTRODUCCION

La adopción de la siembra directa surge en primera instancia por razones económicas, ahorro de tiempo, de combustible, de mantenimiento de maquinaria, permitiendo también mayores oportunidades de siembra.

La preocupación por la erosión y degradación de los suelos ayuda a la difusión de esta tecnología y en la medida que se va adoptando, se visualizan otros beneficios, ya que posibilita una mayor disponibilidad de piso en el invierno y la incorporación al sistema de rotación del establecimiento de áreas de baja aptitud agrícola, como los relictos de campo natural.

En sistemas ganaderos su adopción es creciente favorecida por los menores precios de los herbicidas sistémicos no selectivos tipo glifosato o sulfosato viabilizando la incorporación a los mejoramientos del campo natural de especies de alta productividad, como gramíneas y leguminosas perennes.

En estas situaciones la aplicación del herbicida es clave para el buen control del tapiz que favorezca la implantación. No obstante, de lograrse buenos establecimientos, el reenmalezamiento posterior de especies de malezas del campo natural provenientes de rebrotes o semillas, condiciona la persistencia de las pasturas de larga duración.

Una estrategia a desarrollar con esta tecnología para que persistan los mejoramientos de campo natural sería emplear verdeos como cabeza de rotación, previo a la siembra de pasturas.

Al integrar los verdeos en las rotaciones, se logra por efecto de sucesivas aplicaciones de herbicidas, así como por la competencia y el pastoreo, el control del tapiz y de malezas como carqueja, mío-mío, evidenciando la cardilla una mayor sobrevivencia en comparación con las otras especies del campo, como fue señalado en el trabajo precedente.

El presente trabajo realizado luego de cumplida la etapa de verdeos, tiene por objetivo evaluar el control de cardilla y la productividad de diferentes mezclas forrajeras en condiciones de siembra directa o cobertura.

---

<sup>1</sup> INIA La Estanzuela

ALGUNAS CONSIDERACIONES CON RESPECTO AL EXPERIMENTO

El 2 de mayo de 1998 sobre el rastrojo de moha se realizaron las aplicaciones de Roundup correspondientes a otoño según se detalla también en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Estrategias de aplicación del herbicida

Estrategias	Fase de cultivos					Fase de pasturas		
	Primavera 96 Roundup l/ha	M O	Otoño 97 Roundup l/ha	A V E N A + R G	Primavera 97 Roundup l/ha	M O	Otoño 98 Roundup l/ha	P A S T U R A S
1	5		5	N	5		5	T
2	5	H	0	A	5	H	5	U
3	5		3	+	5		3	R
4	3	A	3	R	3	A	3	A
5	3		5	G	3		5	S
6	0		0		0		0	

A las aplicaciones de Roundup se adicionó el surfactante Galactic a la dosis de 100 cc/ha.

El 4 de mayo se realizó la siembra de 5 diferentes mezclas forrajeras: *Dactylis glomerata*+*Lotus pedunculatus*; *Dactylis glomerata*+ *Trifolium pratense*+ *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea*+*Lotus comiculatus*+ *Trifolium repens* en sistema de siembra directa y *Holcus lanatus*+*Lotus subbiflorus* y *Holcus lanatus*+*Lotus pedunculatus* en cobertura. Además se sembró un verdeo de invierno de *Avena sativa*+*Lolium multiflorum* en siembra directa aplicándose en preemergencia A II y a 10 g/ha de PC. B 26 de noviembre luego de finalizado el verdeo invernal se sembró *Setaria italica* a una densidad de 30 kg/ha en siembra directa (Cuadro 2), previa aplicación de 3 l/ha de Roundup.

Cuadro 2: Mezclas forrajeras sembradas

Especies Forrajeras	Cultivares	kg/ha	Abreviaturas
Avena+raigrás/moha	Polaris+LE 284/Yaguané	100+20/30	Av+Rg/Mo
Dactylis+lotus Maku	LE Oberón+Maku	10+5	D+M
Dactylis+t.rojo+t.blanco	LE Oberón+LE116+Zapicán	10+10+2	D+TR+TB
Festuca+lotus+t.blanco	Tacuabé+Draco+Zapicán	10+10+2	F+L+TB
Holcus+lotus rincón	La Magnolia+El Rincón	6+5	H+R
Holcus+lotus Maku	La Magnolia+Maku	6+5	H+M

La fertilización se realizó con 150 kg/ha de 7-40/40-10 + 55. El 15 de agosto se refertilizó al voleo con 150 kg/ha de urea (46-0-0). La moha se fertilizó con 150 kg/ha de fosfato de amonio (18-46-0) a la siembra, y el 15 de enero se refertilizó con 150 kg/ha de urea (46-0-0).

Para la siembra directa se utilizó la sembradora Baldan SP descrita en el trabajo precedente.

Las evaluaciones de cardilla se realizaron a través de conteo de plantas marcadas. Se contabilizaron las plantas adultas no afectadas por el herbicida y las plantas rebrotadas; en las fechas 10 de mayo, 10 de julio, 24 de octubre y 10 de marzo de 1999.

Los resultados se presentan en base al número de plantas muertas, medido como índice de control, calculado como la diferencia entre el N° inicial y el N° final, dividido el N° inicial al comenzar el experimento, en diciembre de 1996.

La producción de forraje de las mezclas forrajeras y verdeos fue evaluada realizando cortes los días 10 de setiembre, 15 de enero y 1° de marzo para las cinco mezclas forrajeras, mientras que el verdeo invernal se cortó los días 15 de agosto, 10 de setiembre y 8 de noviembre. La moha se evaluó con un único corte efectuado el 1° de marzo.

El 15 de enero se realizaron las cosechas de semilla de lotus Maku, lotus Draco y Iotus El Rincón y para el trébol rojo se evaluó el N° de cabezuelas/m<sup>2</sup>. El 6 de febrero se realizó una segunda cosecha de semilla de Maku y Draco.

## **CONTROL DE CARDILLA**

En la etapa de verdeos se determinan diferencias en el grado de control de cardilla según las distintas estrategias de aplicación, no detectándose variaciones entre los diferentes tipos de siembra cobertura y directa. Asimismo, se verificó 100% de control para mío-mío y carqueja luego de la aplicación de la primavera de 1996.

La cardilla es una planta perenne que posee un rizoma voluminoso, determinando un potencial de reserva que hasta su agotamiento, determina rebrotes sucesivos luego de realizados los cortes o las aplicaciones de herbicida. Además presenta una cutícula cerosa que actuaría como barrera para la penetración del herbicida. Estas características estarían explicando los bajos porcentajes de control logrados en una primera etapa de cultivos y la necesidad de seguir con una planificación a largo plazo, en donde una aplicación más del herbicida, junto con la competencia de especies forrajeras, cortes con rotativa y pastoreos permitirían el control de esta especie.

El 2 de mayo comenzó así una etapa de pastura con una cuarta aplicación de Roundup previo a la siembra en cobertura y siembra directa de 5 mezclas forrajeras. Además se sembró un verdeo invernal de avena+raigrás continuando un año más la etapa de cultivos. Asimismo, en el comienzo de esta segunda etapa se cuantificaron diferentes niveles de enmalezamiento según las estrategias de aplicación utilizadas durante la etapa previa de cultivos. Los menores niveles de control correspondieron a las estrategias 3+3+3 y 5+0+5 con 2,3 y 2,9 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente, mientras que el mayor control corresponde a la estrategia de 5+5+5 con 0,9 plantas/m<sup>2</sup> (*Cuadro 3*).

Cuadro 3: Población de cardillas al finalizar la etapa de cultivo en mayo de 1998 según las diferentes estrategias de aplicación.

Estrategia de aplicación	Plantas/m <sup>2</sup>
5+5+5	0.9
5+3+5	1.7
3+5+3	1.8
3+3+3	2.9
5+0+5	2.3
0	5.0

La evaluación de cardillas realizada en mayo de 1998 marca el enlace entre las dos etapas, observándose así la evolución de su control desde el campo natural con 5 plantas/m<sup>2</sup> hasta la finalización de la etapa de cultivos, moha-avena+raigrás-moha.

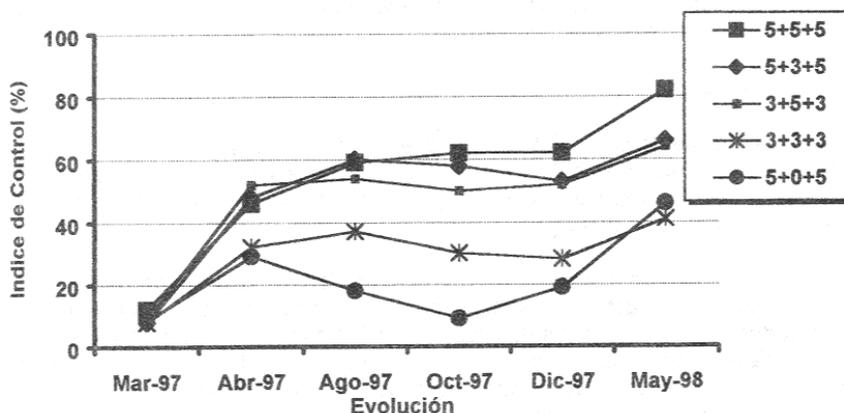


Figura 1: Evolución del control de cardilla según las estrategias de aplicación durante la etapa de cultivos

Luego de tres aplicaciones de Roundup en la etapa de cultivos se observó que el mayor control de cardilla estuvo asociado a la estrategia 5+5+5, y los menores pertenecieron a las estrategias 3+3+3 y 5+0+5, entretanto, valores intermedios se observaron en 3+5+3 y 5+3+5 (Figura 1).

El control químico en esta etapa de pastura, como fue indicado en el cuadro 1, consistió en una aplicación de Roundup en otoño de 1998 con 5 ó 3 l/ha, previo a la siembra de las mezclas forrajeras y el verdeo de invierno, completando así las diferentes estrategias de aplicación secuenciales desde primavera de 1997 hasta otoño de 1998.

Comenzada la fase de pastura, a dos meses de realizadas las aplicaciones de otoño, en las evaluaciones de julio de 1998, se determinó un aumento importante del control en las distintas estrategias de aplicación en las mezclas forrajeras (Figura 2).

Esta respuesta coincide con la cuantificada en la etapa cultivos donde también se destaca que un mes después de realizada la aplicación de otoño se observó un aumento importante del control en las diferentes estrategias de aplicación (Figura 1).

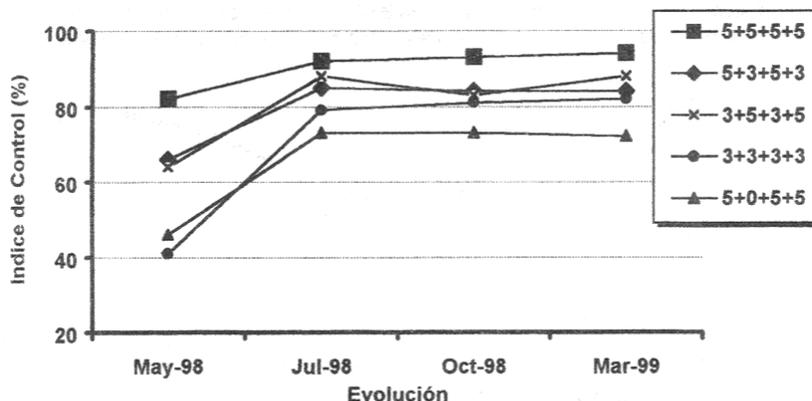


Figura 2: Evolución del control de cardilla en la etapa de pastura.

Las estrategias que tuvieron mayor respuesta en julio de 1998, son las que hasta ese momento tenían menores valores de control, 5+0+5+5 y 3+3+3+3 con 46 y 41% respectivamente. A medida que se alcanzan niveles de control más altos, las respuestas son cada vez menores, como fue observado en las estrategias 3+5+3+5, 5+3+5+3 y 5+5+5+5.

En las evaluaciones realizadas en los meses de mayo, julio y octubre de 1998 se observó que los valores bajos de control correspondieron a las estrategias donde se aplicaron menores volúmenes totales de Roundup, 5+0+5+5 y 3+3+3+3, difiriendo significativamente de los resultados obtenidos con las mayores dosis, 3+5+3+5, 5+3+5+3 y 5+5+5+5 (Figura 2).

Al año de comenzada la etapa de pastura, en marzo de 1999, se determinó que en las estrategias 3+3+3+3, 3+5+3+5, 5+3+5+3 y 5+5+5+5 persiste un mayor control; mientras que en 5+0+5+5, donde no se aplicó en otoño de 1997 previo a la siembra del cultivo invernal, presentaba resultados significativamente menores de control. Esta diferencia resalta la importancia de sistematizar las aplicaciones, o sea aplicar previo a cada cultivo en primavera y otoño, aún a dosis menores como 3+3+3+3 (Figura 2).

Las cardillas que crecen bajo la moha a consecuencia de la competencia por luz se observan cloróticas, lo cual favorece la penetración del herbicida, determinando una mayor eficiencia en la aplicación.

Además, en otoño es donde las especies perennes estivales como la cardilla tendrían una mayor traslocación hacia la parte subterránea, traduciéndose en una mayor acumulación del herbicida en el rizoma y las raíces (Parochetti et al, 1975).

En el otoño de 1998, paralelamente a la siembra de las praderas se mantuvo una secuencia de un año más de cultivos, que implicó dos aplicaciones del herbicida, una en primavera de 1998 y la otra en otoño de 1999. Con esta estrategia se evalúa la posibilidad de ~ lograr controles totales de cardilla, especialmente en aquellas situaciones donde las 2 aplicaciones fueron las más económicas, 3+3+3+3, y lograr de esta manera erradicar las cardillas evitando posibles situaciones de reinfestación por rebrotes y emergencias.

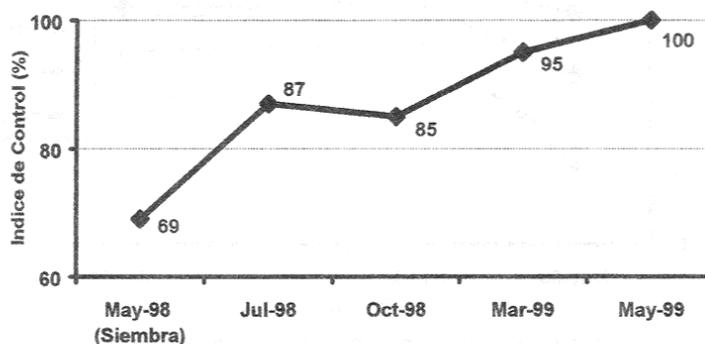


Figura 3: Control de cardilla en los verdes durante la etapa de pastura.

La aplicación de 3 o 5 l de Roundup en otoño de 1998, sumado al efecto residual de 10 l gr/ha de Ally, evidenció una media de 87% de control en la evaluación de julio de ese año (Figura 3).

La aplicación de primavera de 3 l de Roundup sobre el rastrojo de avena+raigrás previo a la siembra de moha, permitió alcanzar un 95 % de control en marzo de 1999. La aplicación de otoño de 1999 al final del ciclo del cultivo de moha posibilitó un control total de la cardilla (Figura 3).

La incorporación de tecnología como la inclusión de especies forrajeras en ganadería extensiva implica un cambio en el manejo del pastoreo con el objetivo de lograr así una mejor utilización de pasturas, en donde los pastoreos continuos tradicionales deben ser sustituidos por pastoreos rotativos, maximizando no sólo la oferta de forraje sino también la capacidad de competencia de la pastura hacia las malezas de campo natural.

El pastoreo fue utilizado como una herramienta fundamental para complementar el control; los rebrotes de las cardillas debilitadas, como consecuencia del sombreado por parte de la pastura, son apetecibles para el ganado.

También la rotativa se debería utilizar en las situaciones en donde las cardillas adultas no han sido controladas, para disminuir su tamaño, favorecer el rebrote de la pradera y lograr una mayor persistencia.

El corte realizado el 15 de enero de 1999 permitió un debilitamiento de las cardillas que aún persistían, provocando que las nuevas brotaciones sean debilitadas por la competencia del forraje y comidas por el ganado.

Asimismo, la sumatoria de factores estresantes debido a los efectos del herbicida, la competencia de la pastura, el pastoreo y el corte, probablemente determinaron la disminución en el nivel de reservas de los rizomas a niveles tales que finalmente no rebrotaron.

## **RENDIMIENTO DE FORRAJE**

### **Rendimiento de verdeos**

La mezcla de avena y raigrás produce gran cantidad de forraje desde temprano en el otoño hasta fines de la primavera. La avena se caracteriza por su rápido crecimiento y capacidad de macollaje, aportando el mayor volumen de forraje a principios de otoño e invierno, complementándose con el raigrás cuyo crecimiento inicial es más lento, pero que realiza su mayor aporte de forraje más tarde, a fines de invierno y primavera.

El 4 de mayo se sembró la avena con raigrás sobre el rastrojo de moha. La fecha tardía de siembra y las menores temperaturas del suelo, debido a la siembra directa y época del año, explicarían el retraso en la oferta de forraje, determinando que recién el 15 de agosto se pastoreara y obtuvieran 480 kg/ha de PS fundamentalmente por el componente avena. En setiembre y noviembre el aporte fue básicamente raigrás (*Figura 4*).

Los niveles logrados de esta mezcla fueron levemente inferiores a los alcanzados el año anterior en similares condiciones de siembra y clima, con 4532 kg/ha de PS frente a 5043 kg/ha de PS pero sembrado un mes antes. Terra et al. (1998) sobre suelos de Lomadas del Este obtuvieron 7746 kg/ha de PS en un verdeo de avena+raigrás sembrado a fines de verano, en siembra directa con similares condiciones climáticas, pero con refertilizaciones nitrogenadas luego de cada corte.

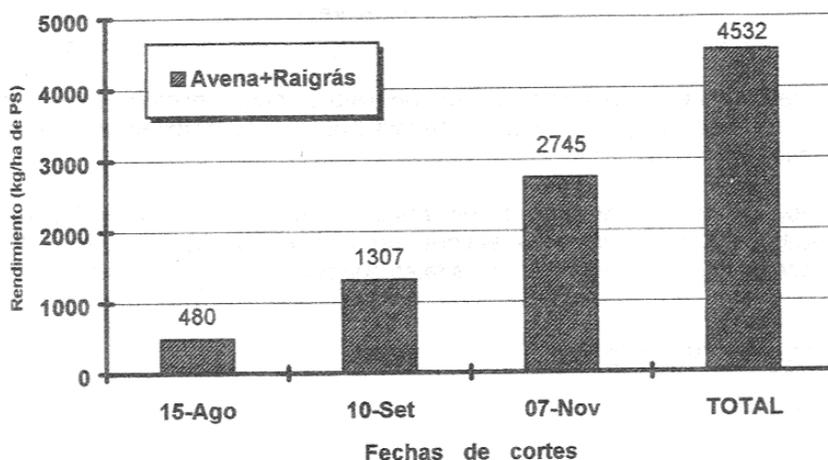


Figura 4: Producción de forraje de avena Polaris+raigrás LE 284 en los diferentes momentos de corte.

En las distintas estrategias de aplicación de Roundup no se determinaron diferencias en las producciones de forraje de la mezcla avena+raigrás, en tanto, se determinaron efectos significativos en los índices de control de cardilla (Figura 6).

los rendimientos de avena+raigrás alcanzados en la etapa de cultivo anterior fueron l' dependientes de la estrategia de aplicación utilizada, donde a mayores dosis de Roundup se verificaron mayores producciones (Figura 5). Estos mayores rendimientos del verdeo en esta etapa estuvieron asociados a mayores controles que favorecieron la mejor implantación y la l mayor tasa de crecimiento de la mezcla. Al año siguiente, luego de cuatro aplicaciones de , Roundup y de tres cultivos, os rendimientos de avena+raigrás se vuelven independientes de la estrategia de aplicación utilizada (Figura 6).

En la Figura 6 se observa que con valores medios del 80% en el índice de control no se lograron respuestas diferenciales en el rendimiento total del verdeo en ninguna de las estrategias de aplicación; posiblemente debido a una baja interferencia mecánica de las cardillas al momento de la siembra ya una menor competencia por espacio, luz y nutrientes.

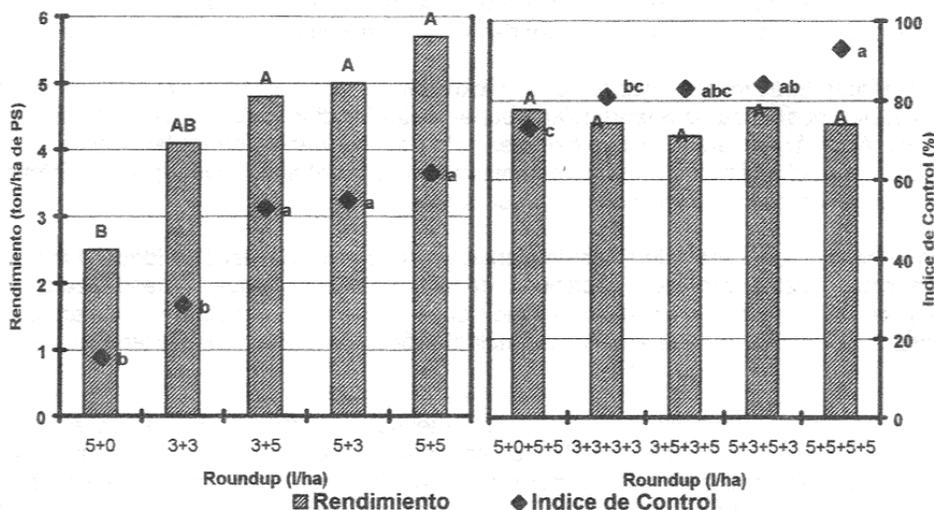


Figura 5: Producción de forraje de avena + raigrás y control de cardi//a en 1er. año.

Figura 6: Producción de forraje de avena + raigrás y control de cardi//a en el 2do. año.

En la moha, sembrada el 26 de noviembre, se observaron altos niveles de enmalezamiento de pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*) de rápido crecimiento inicial compitiendo con el cultivo, determinándose un rendimiento medio de 3500 kg/ha de PS. Esta gramínea posiblemente condicionaría la realización de tres años sucesivos de moha debido a que no existen herbicidas selectivos para su control.

### Rendimiento de mezclas forrajeras

Los rendimientos de las diferentes mezclas forrajeras superaron las expectativas de producción de forraje, alcanzando rendimientos en el primer año que variaron según la mezcla entre 8300 y 10600 kg/ha/año de PS. Estos valores coinciden con Terra et al. (1998) que determinaron rendimientos de 11500 kg/ha/año de PS en praderas de segundo año compuesta de festuca+lotus+trébol blanco y dactylis+lotus+trébol blanco, sobre suelos de similares características en la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA- Treinta y Tres, en sistemas de siembra directa (Figura 7).

Estos rendimientos de forraje estarían determinados principalmente por la importante disminución en el número de cardi//as, superior al 80%, que detenninó que no existiera interferencia mecánica con la sembradora, lográndose así un adecuado contacto semi//a-suelo, y consecuentemente excelente implantación.

Otro aspecto importante a resaltar fue el aumento en el nivel inicial de fertilidad del I campo natural, originado como consecuencia del agregado de 60 y 10 unidades de fósforo y nitrógeno respectivamente y 50 unidades más de nitrógeno al comienzo de la primavera.

Las temperaturas medias más elevadas y cantidad de agua almacenada al momento de la siembra serían dos atributos que también podrían estar incidiendo favorablemente en estos rendimientos. Además, el verano estuvo caracterizado por abundantes precipitaciones, 150 mm por encima de la media histórica, y temperaturas medias por debajo de los registros históricos también actuarían potenciando las tasas de crecimiento.

En consecuencia, una adecuada implantación, ausencia de estrés hídrico durante el verano en estos suelos con baja capacidad de almacenaje de agua, potencializaron el rendimiento de las diferentes mezclas. Las condiciones climáticas de cada año resultan ser de fundamental importancia para determinar la implantación y posterior comportamiento de las especies.

Una última consideración, y por ello no menos importante, es que las siembras, realizadas el 4 de mayo de 1998, en todos los casos fueron sobre un importante rastrojo de moha. Este tiene muy buenas aptitudes para la implantación de pasturas mejorando así las condiciones físicas del suelo (Formoso, 1997), así como una buena protección contra heladas. También tendría un efecto favorable en suelos compactados ya que la alta concentración de raíces en los primeros 10 a 15 cm del suelo al degradarse dejan un buen aporte de materia orgánica

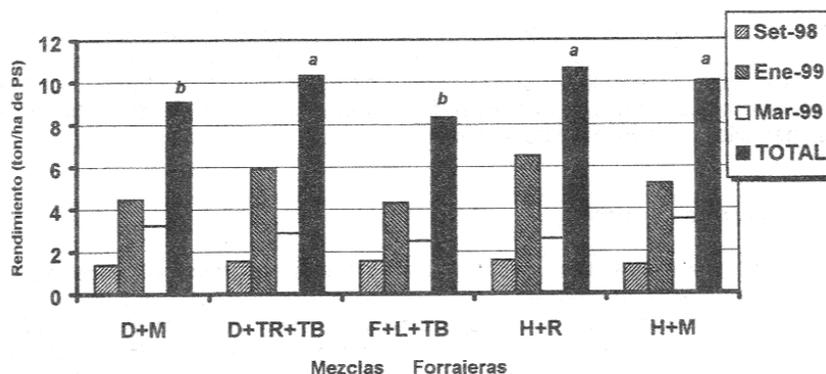


Figura 7: Producción de forraje de las mezclas forrajeras en los diferentes cortes y acumulación total anual.

El menor rendimiento de las mezclas con dactylis y festuca (Figura 7), se explicaría por la presencia de gramíneas perennes de más lenta implantación a diferencia del holcus que es bianual y tiene una buena contribución y producción el primer año (Bemhaja, 1993).

Entretanto, en la mezcla de dactylis+rojo+blanco, el componente leguminosa especialmente el rojo, por su muy buen vigor inicial y rápido establecimiento (Carámbula y García, 1979) aportó una rápida entrega de forraje.

Sin embargo, es importante destacar que la media de cada una de las mezclas forrajeras superó los 8000 kg/ha/año de PS en todas las estrategias de aplicación. La excepción la constituyó el tratamiento testigo donde la competencia del campo sucio por espacio, nutrientes y/o efectos a lelopáticos, determinaron una pobre implantación de las especies introducidas (Figura 8).

La inclusión de especies forrajeras en el campo sucio evidenció una baja producción de forraje, de 2000 kg/ha/año de PS (Figura 8).

El corte otoñal con rotativa en dos años sucesivos permitiría reducir el área cubierta por la cardilla (Ayala y Carámbula, 1996). Este manejo permitiría la creación de nichos apropiados en el campo natural para la introducción de especies forrajeras sin aplicación de herbicida.

Sin embargo, es dable esperar que exista luego del corte un incremento en el n° de rosetas por planta de cardilla, en respuesta a la activación de las yemas latentes del rizoma de la planta adulta, en consecuencia los cortes sólo tendrían un efecto de limpieza temporal.

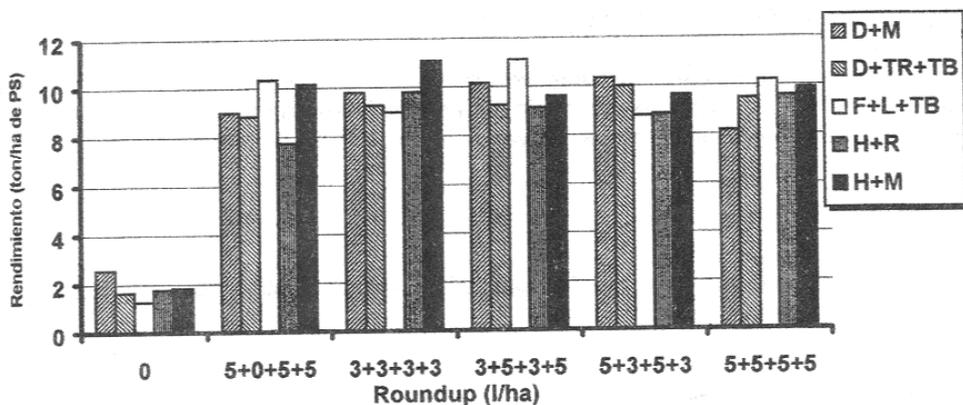


Figura 8: Producción de forraje acumulado a marzo de 1999 de las mezclas según las diferentes estrategias de aplicación.

En la etapa de cultivos se observó que a mayores dosis de Roundup se logran mayores rendimientos de forraje. Sin embargo en la etapa de pastura no se determinaron diferencias en rendimiento en las mezclas forrajeras durante el primer año de implantación para las distintas estrategias de aplicación (Figura 9).

Este comportamiento es similar al analizado anteriormente para los verdes, observando que valores de control superiores a un 80% determinarían mejores condiciones al momento de la siembra y durante el desarrollo de las pasturas.

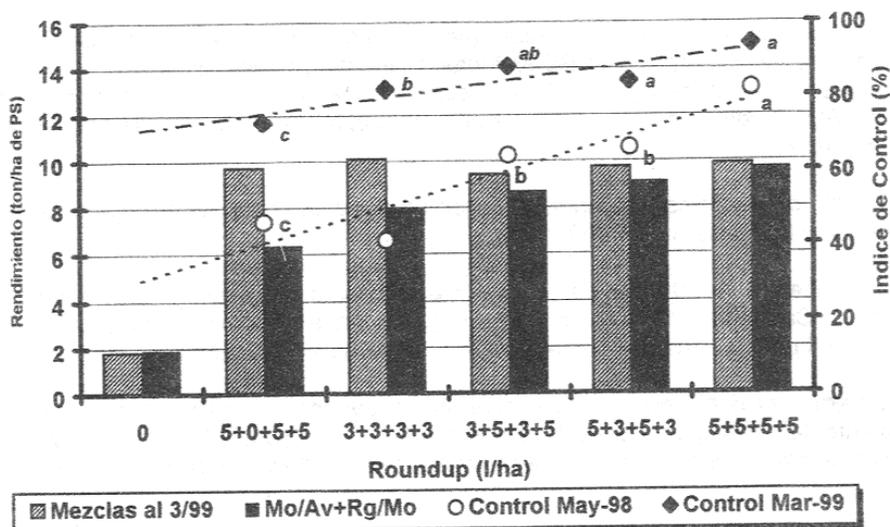


Figura 9: Producción de forraje total anual promedio de las mezclas forrajeras en la etapa de pradera y de moha/avena+raigrás/moha en la etapa de cultivos y control de cardilla.

De esta manera es dable esperar que la ventaja de utilizar altos volúmenes de Roundup total, estaría dada por una mejor persistencia de las praderas, logrando con los mayores controles de cardilla, una menor re infestación proveniente de rebrotes de plantas adultas.

### RENDIMIENTO DE SEMILLA

La producción de semilla fina puede constituirse en un factor muy importante en determinar la rentabilidad global de los predios.

Asimismo los rendimientos de semilla de las leguminosas evidenciaron una buena I producción en respuesta a una única fecha de cierre realizada el 20 de setiembre, luego de un pastoreo intenso.

Se evaluaron dos momentos de cosecha, el 15 de enero y el 6 de febrero, a excepción del trébol rojo y lotus El Rincón en los cuales se realizó una única cosecha en el primer momento.

El trébol rojo alcanzó un registro medio de producción de 5914 kg/ha de PS y 862 cabezuelas/m<sup>2</sup>, sin diferencias entre las distintas estrategias de aplicación. Si bien el n° de cabezuelas fue alto de acuerdo a lo señalado por Formoso {1996}, el rendimiento de semillas estará relacionado fundamentalmente con la eficiencia de polinización.

Sin embargo, el elevado número de cabezuelas determinaría el potencial que se podría lograr en estos suelos con limitantes agrícolas, con un manejo acorde a la producción de semilla, donde el pastoreo previo, la fecha de cierre, los agentes polinizadores, junto con una baja incidencia de malezas juegan un papel fundamental en la productividad del semillero.

En el lotus El Rincón, tampoco se evidenciaron diferencias entre las estrategias de aplicación, obteniéndose una media de 6474 kg/ha de PS y 742 kg/ha de semilla.

En el cuadro 4 se reportan los rendimientos de lotus Maku cosechado en dos momentos, al inicio y en el pico de semillazón.

A nivel nacional no se han podido lograr aún buenos rendimientos de semilla de lotus Maku debido a su baja capacidad de semillazón. Los mayores rendimiento de semilla se registran en el segundo momento de cosecha, que se corresponde con el pico de semillazón. Los rendimientos de semilla de Maku fueron superiores en las mezclas con holcus comparativamente con las de dactylis.

Cuadro 4: Rendimiento de forraje y semilla de lotus Maku en dos momentos de cosecha. Media de estrategias de aplicación.

	Primer momento (15 de enero)				Segundo momento (6 de febrero)			
	L. Maku (D)		L. Maku (H)		L. Maku (D)		L. Maku (H)	
	Kg / ha				Kg / ha			
	PS	Semilla	PS	Semilla	PS	Semilla	PS	Semilla
<b>Media</b>	<b>4466</b>	<b>24</b>	<b>5180</b>	<b>39</b>	<b>4051</b>	<b>53</b>	<b>4960</b>	<b>116</b>

(D)= Cosecha de Lotus Maku en mezcla con dactylis. Semilla= kg/ha de Semilla limpia.  
 (H)= Cosecha de Lotus Maku en mezcla con holcus. kg/ha PS= kg/ha de PS de la mezcla.

El menor potencial de crecimiento a fines de primavera y verano de holcus en relación a dactylis permitió que Maku registrara mayores rendimientos de forraje en el período de floración-fructificación en la asociación con holcus.

Los mayores rendimientos de forraje en fase reproductiva de Maku se asocia con mayores potenciales de producción de semilla (Formoso, 2000) aspecto que explica los resultados obtenidos (Figura 10).

El holcus por su reducido crecimiento estival comparativamente con el dactylis, ejercería una menor competencia sobre la leguminosa en el momento de definir el potencial de rendimiento de semilla.

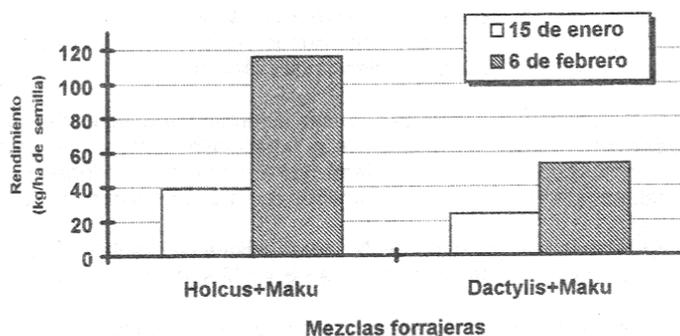


Figura 10: Rendimiento de semilla de lotus Maku según momento de cosecha y mezcla.

Los componentes de las mezclas forrajeras con lotus Maku, a fines del mes de diciembre, se reportan en la figura 11. En la misma comparativamente se verifica la mayor competencia del dactylis que se traduce en menor acumulación de materia seca de Maku, I aspecto que explicaría los menores rendimientos de semilla en dicha asociación.

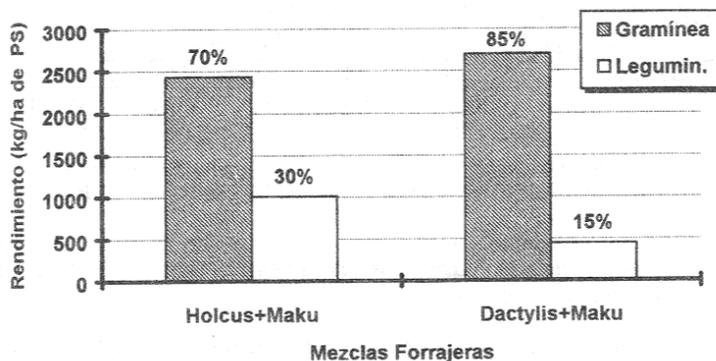


Figura 11: Proporción de gramínea y leguminosa el 15/12/98 en las dos mezclas forrajeras que incluyen Maku.

*Lotus comiculatus* presenta un amplio rango de floración que hace difícil la I deternlinación del momento óptimo de cosecha. El momento de cierre fue temprano según lo recomendado (Fornloso.1993).

Los mayores rendimientos de semilla se registraron en el segundo momento de cosecha, el 6 de febrero, que se corresponde a una etapa próxima al pico de semillazón.

En el primer muestreo se obtuvo una media de forraje de 4284 kg/ha de PS y 102 kg/ha de semilla, en el segundo momento fue de 4604 y 188 respectivamente.

El rendimiento de semillas de las especies reportadas, permite sugerir a este rubro como una alternativa promisorio tanto biológica como económicamente en estos suelos marginales para la producción agrícola. Esta alternativa complementa el objetivo planteado, en donde el cierre de las pasturas a comienzos de primavera favorece la acumulación de forraje que compete con la cardilla en la estación donde su crecimiento es mayor.

## **CONCLUSIONES**

### **Control de Cardilla**

Al año de sembradas las pasturas y de realizada la última aplicación, persistían controles mayores al 82%, con la excepción de la estrategia 5+0+5+5, con 72% de control, lo cual indica la importancia de sistematizar las aplicaciones.

Al mantener un año más la secuencia de cultivos con dos aplicaciones de 3 l/ha de Roundup en primavera de 1998 y otoño de 1999 se logró 100% de control.

La competencia ejercida por las mezclas forrajeras determinó que en el primer año no se establecieran plántulas de cardilla ni de otras malezas de campo natural, efecto dado por la acumulación de forraje en un tapiz cerrado y por el tipo de especie presente en la pastura.

Los rebrotes de la cardilla crecieron debilitados bajo la competencia de la pastura, siendo comidos por el ganado, favoreciendo la persistencia del control.

### **Rendimiento de Forraje**

El verdeo invernal produjo similares rendimientos en las diferentes estrategias de aplicación con una media de 4532 kg/ha de PS.

La moha presentó un alto nivel de enmalezamiento de pasto blanco.

Los rendimientos de forraje en las cinco mezclas forrajeras, en el primer año superaron los 8000 kg/ha de PS en respuesta a la menor interferencia del campo sucio, al aumento de la fertilidad ya las condiciones climáticas.

### **Rendimiento de Semilla**

El trébol rojo mostró un alto potencial de producción de semilla con un valor medio de 862 cabezuelas/m.

En lotus El Rincón se obtuvo un rendimiento medio de 742 kg/ha de semilla.

En lotus Maku el mayor rendimiento se obtuvo en la mezcla con holcus y en la cosecha de febrero con una media de 116 kg/ha de semilla.

En lotus Oraco el mayor rendimiento de semilla también se obtuvo en la cosecha de febrero con una media de 188 kg/ha.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

El manejo realizado, control químico previo a la siembra directa o en cobertura, la buena implantación de los verdeos y las mezclas forrajeras, y el manejo racional de la pastura favoreció la reducción del nivel de infestación de cardilla y la persistencia del control. En consecuencia, este manejo se podría adoptar en sistemas sin laboreo.

Los mayores ingresos que se generarían por la producción adicional de semilla, permitirían también solventar los costos de las aplicaciones de herbicidas, viabilizando aún más esta estrategia de limpiar campos sucios y transformarlos en pasturas de alta productividad en suelos marginales para la agricultura y fácilmente erosionables.

La persistencia de las pasturas dependerá de mantener a la cardilla en niveles que no interfiera, para lo cual debe encararse un programa a largo plazo, donde podría ser fundamental el control mecánico o posicional que complementa el manejo, maximizando la capacidad de competencia de las especies forrajeras.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1- AYA LA, W.; CARAMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos en la región este: implantación y especies. INIA Tacuarembó. Serie Técnica n° 80. pp.169-182.
- 2- BEMHAJA, M. 1993. *Holcus lanatus* L "La Magnolia". INIA Tacuarembó. Serie Técnica n° 32. 15 p.
- 3- CARAMBULA, M.; GARCIA, J. 1979. Características de las principales especies forrajeras. Rev. FUCREA, n° 39. pp.17-21
- 4- FORMOSO, O. 1997. Consideraciones sobre dos malezas importantes: Chilca (*Eupatolium buniifolium*) y Cardilla (*Eryngium horridum*). INIA. Serie Técnica n° 13. pp. 143-145.
- 5- FORMOSO, F. 1993. *Lotus comiculatus*. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. INIA. Serie Técnica no37.43 p.

- 6- FORMOSO, F. 1996. Producción de semillas de especies forrajeras. In Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica n° 80. pp. 85-92.
- 7- FORMOSO, F.. 1997. La moha en los sistemas de producción; apéndice. **In** Moha: una contribución a su conocimiento. G. Irigoin, F. Formoso, G. Bascou. Montevideo, PROVA. pp. 16-23.
- 8- FORMOSO, F. 2000. Producción de semillas de *Lotus pedunculatus* cv. GRASSLANDS MAKU ( en prensa).
- 9- PAROCHETTI, J.V.; WILSON, H.P.; BURT, G. W. 1975. Activity of glyphosate on johnsongras, Weed Science 23. pp. 395-400.
- 10- RIOS, A; FORMOSO, F.; PANIZZA, C.; BONINO, F. 1998. Siembra Directa y Convencional de Pasturas en Praderas Degradadas por Gramilla. 6° Jornada Nacional de Siembra Directa. Octubre 1998. Soriano, Uruguay. pp. 25-30.
- 11- TERRA, J.A.; SCAGLIA, G.; GARCIA PRECHAC, F. 1998. Producción física de cuatro intensidades de uso del suelo con tecnología de siembra directa. In Jornada anual de producción animal. INIA Treinta y Tres. Serie de Activ. de Dif. n° 172. P3p. 77-83.



## TECNOLOGIA PARA LA APLICACION DE AGROQUIMICOS

Juan José Olivef<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

El control de malezas, enfermedades y plagas en los campos de cultivo, sólo puede hacerse de manera rentable con el empleo de agroquímicos, pero esto debe conseguirse de manera compatible con el ambiente.

La mayoría de las veces se da mucha importancia a la materia activa utilizada y muy poca a la técnica de aplicación. La consecuencia es la pérdida de la eficacia cuando no el fracaso del tratamiento, con sobredosificaciones y subdosificaciones que ocasionan pérdidas de rentabilidad en los cultivos, a la vez que producen un mayor impacto sobre el ambiente, pudiendo dañar la salud de las personas que realizan la aplicación o que se encuentran en las proximidades de la zona tratada.(Marquez L., 1998).

Cualquier técnica recomendada para una determinada aplicación debe conseguir, a partir de una materia activa capaz de controlar la plaga y utilizando una dosis mínima, distribuir el producto de manera que se logre la máxima eficacia, en un intervalo de tiempo que minimice económicamente los daños que la plaga puede producir, pero sin efectos negativos sobre los demás componentes del agrosistema ni sobre los individuos que lo habitan.

La mayoría de los productos que se recomiendan para el control de malezas, enfermedades y plagas que aparecen en los cultivos se han creado y formulado para poderlos aplicar por vía líquida, mediante lo que se conoce como pulverización, después de diluidos en cierta cantidad de agua (o en aceite), de manera que la distribución pueda hacerse con suficiente uniformidad.

La pulverización se consigue al romper el líquido en gotas, bien cuando llega a la atmósfera a través de una boquilla forzada por la presión a la que se somete en las conducciones (pulverización hidráulica), bien cuando se coloca sobre una corriente de aire de alta velocidad (pulverización neumática), bien por las fuerzas de reacción generadas por un elemento en rotación (pulverización centrífuga). En otras ocasiones se puede utilizar calor asociado a una corriente de gases que evapora el producto el cual se condensa posteriormente al llegar a una atmósfera más fría y húmeda, o bien un campo magnético asociado a un orificio capilar que da lugar a gotas muy finas cargadas eléctricamente.

Uniendo el proceso de formación de la gota a la técnica utilizada para transportarla hasta el objetivo (energía cinética de la propia gota, corriente de aire natural o generada por un ventilador, o el propio campo magnético que sirvió para producirla) se puede establecer una clasificación racional de los equipos de pulverización, sobre la base del siguiente esquema general:

---

<sup>1</sup> Cátedra de Mecanización Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad de la República

Formación de la gota	Transporte de la gota	Denominación
Presión de líquido	Energía cinética	Pulverizador hidráulico
	Corriente de aire	Pulverizador hidroneumático
Corriente de aire	Corriente de aire	Pulverizador neumático
Fuerza centrífuga	Viento atmosférico	Pulverizador centrífugo
	Corriente de aire	
Gases de escape	Condensación	Pulverizador termoneumático
Campo electromagnético	Campo electromagnético	Pulverizador electrodinámico

- **Los pulverizadores hidráulicos**

La pulverización se realiza por presión del líquido, impulsado por una bomba, normalmente accionada mecánicamente o con esfuerzo manual. El paso del líquido a través de la boquilla de pulverización produce gotas de diámetros diferentes según la presión de trabajo y el tipo de boquilla que se quiera utilizar; a esto deben su versatilidad. Se ajustan a todo tipo de tratamiento y son, sin duda los más numerosos, tanto en lo que respecta a los accionados mecánicamente como para su manejo manual.

Como las gotas se transportan por la propia energía que reciben cuando se forman en la boquilla, las limitaciones de empleo aparecen cuando se tiene que penetrar una gran masa vegetal. El empleo de boquillas cónicas mejora la penetración pero no alcanza los niveles que se pueden conseguir utilizando el auxilio de una corriente de aire.

Son, sin duda, las máquinas más adecuadas para la aplicación de herbicidas, así como para los tratamientos sobre cultivos herbáceos o leñosos con poco desarrollo foliar, o para la distribución de abonos líquidos.

- **Los pulverizadores hidroneumáticos**

En este grupo se encuentran los también conocidos como atomizadores (gota fina como la de una llovizna), que producen gotas por presión de líquido, utilizando un circuito con bomba y conducciones análogo al de los pulverizadores hidráulicos.

Para el transporte de gotas hasta el vegetal se utiliza una corriente de aire que produce un ventilador de flujo axial (gran caudal de aire a baja velocidad), que aumenta la penetración en plantaciones con gran densidad foliar. Así, las gotas alcanzan con facilidad el interior de la masa vegetal. Son los más utilizados en plantaciones frutales y precisan volúmenes más o menos elevados en función del desarrollo de la plantación, o mejor dicho, del "*índice de área foliar*".

- ***Los pulverizadores neumáticos***

También conocidos como nebulizadores, son capaces de producir gota muy fina, similar a la de la niebla, al entrar en contacto el líquido con una corriente de aire de alta velocidad, que se encarga asimismo de transportar las gotas hasta el vegetal.

El circuito de líquido es diferente del de los grupos anteriores, pudiendo el propio peso del líquido (salida por gravedad) o una pequeña bomba de muy baja presión, encargarse de hacer llegar el líquido hasta la boquilla. El aire a gran velocidad, pero en cantidad reducida, lo produce un ventilador de flujo radial, que consume elevada potencia. La energía para el accionamiento del ventilador la proporciona un motor térmico que puede incorporarse al propio equipo.

- ***Los pulverizadores centrífugos***

En ellos la pulverización se produce utilizando la fuerza centrífuga generada por uno o varios discos, tambores o cepillos que giran a alta velocidad.

Las gotas producidas resultan de un tamaño extraordinariamente uniforme, adecuadas para los tratamientos en "*bajo*" (LV o BV) y "*ultra bajo*" (ULV o UBV) volumen (1 a 50 l/ha), también conocidos como de Población de Gota Controlada (PGC o COA).

Este método de trabajo, que tuvo su origen en la "*Aviación Agrícola*" y en equipos manuales, para zonas con dificultades para el aprovisionamiento de agua, se ha ampliando al campo de los equipos terrestres motorizados, a medida que se han desarrollado los productos químicos adecuados para este forma de aplicación.

- ***Los pulverizadores termoneumáticos***

Pueden considerarse como una variante de los pulverizadores neumáticos, ya que utilizan una corriente de aire de alta velocidad (15 a 20 *m/s*), que es generada por el escape de un motor térmico, por lo que, además, el aire que realiza la pulverización a alta temperatura aporta una cantidad de calor que hace que se vaporice el producto líquido que alcanza la salida.

El líquido evaporado en el escape se condensa de nuevo a la salida, al ponerse en contacto con el aire atmosférico, produciéndose una nube de gotas muy finas, por lo que se denomina pulverización por condensación.

Esta técnica, por las características de la gota producida, solo puede utilizarse en recintos cerrados como almacenes e invernaderos, o bien para formar nubes en condiciones climáticas de elevada humedad ambiental.

- ***Los pulverizadores electrodinámicos***

Utilizan para la pulverización el campo magnético generado por dos electrodos con elevada diferencia de tensión (20 - 25 kV). Las gotas son dirigidas en la atmósfera por las líneas del campo magnético que se establece entre el cuerpo del equipo y la planta que recibe la pulverización.

En otras ocasiones se han desarrollado equipos que producen la carga eléctrica de las gotas una vez formada por un procedimiento convencional (pulverización hidráulica, neumática y centrífuga).

- ***Otros sistemas de aplicación***

Hay otras alternativas, aunque con un grado de difusión menor. Así, están los humectadores, que distribuyen productos en forma líquida sin provocar su pulverización. Han sido desarrollados especialmente para la aplicación de herbicidas no selectivos en pos-emergencia, y realizan la impregnación de las plantas no deseadas mediante cepillos o elementos similares, de manera que sirven para aplicar formulaciones líquidas sin que sea necesaria su pulverización.

Por otra parte, los espolvoreadores utilizan la corriente de aire generada por un ventilador para impulsar a la atmósfera un producto fitosanitario en forma pulverulenta, que se dirige a determinadas zonas del cultivo, o sirven para formar nubes que se mantienen en la zona de tratamiento en condiciones atmosféricas favorables. Han perdido importancia en los últimos tiempos por las mejoras de todo tipo aparecidas en el campo de la pulverización, aunque siguen teniendo interés para combatir algunas plagas forestales y en aplicaciones especializadas sobre cultivos como el viñedo.

Los aplicados de microgranulados sirven para distribuir fitosanitarios formados por partículas sólidas con tamaños comprendidos entre los 150 y 600  $\mu\text{m}$  obtenidos por impregnación o rebozado de gránulo de materia inerte que absorbe la materia activa. Normalmente se incorporan al suelo durante la siembra, para proteger a la semilla, o de manera independiente, en toda la superficie o en bandas.

Se puede decir, por tanto, que la oferta de equipos mecánicos para aplicación es abundante y diversificada, de manera que se puede elegir la más apropiada a cada situación.

## **LAS GOTAS: PUNTO CLAVE EN CUALQUIER Aplicación**

### ***La cobertura necesaria:***

Las recomendaciones de ámbito general sobre tamaño de gotas más adecuado y cobertura necesaria, se puede resumir como sigue:

Producto	Cobertura (gotas/cm <sup>2</sup> )	Tamaño de gota (μm)
<b>Herbicida</b>		
Preemergencia	20 - 30	300 - 400
Plántula	30 - 40	150 - 250
Planta (contacto)	50 - 70	150 - 250
Planta (sistémico)	30 - 40	150 - 250
Producto	Cobertura (gotas/cm <sup>2</sup> )	Tamaño de gota (μm)
<b>Insecticida</b>		
Contacto	40 - 50	100 - 200
Sistémico	20 - 30	200 - 300
<b>Fungicida</b>		
Contacto	50 - 70	100 - 200
Sistémico	30 - 40	200 - 300

### Caracterización de las poblaciones de gotas

El principal inconveniente de las pulverizaciones hidráulicas se debe a la falta de uniformidad de las gotas. Las condiciones atmosféricas (temperatura, humedad relativa y viento), afectan la eficacia de los tratamientos por disminuir la cantidad de producto que se deposita sobre el objetivo.

Al romper un líquido en gotas, la población de gotas resultante tiene unas particularidades que la diferencian de lo que se conoce como distribución "normal". En las gotas de una población predominan las gotas pequeñas frente a las grandes, pero la suma del líquido que se llevan las gotas pequeñas es mucho menor que el que contienen muy pocas gotas grandes, y esto afecta sustancialmente a los tratamientos.

El parámetro más utilizado para caracterizar la población de gotas emitidas por una boquilla de pulverización es el llamado "Diámetro Mediano Volumétrico", (VMD en inglés) expresado en micras (milésimas de milímetros). El DMV, es el diámetro de gota que divide en dos el volumen pulverizado. El "Diámetro Mediano Numérico", (NMD en inglés) es el diámetro de gota que divide en dos la cantidad de gotas pulverizadas. El cociente entre ambos denominado "SPAN" es un parámetro frecuentemente utilizado como indicador de la heterogeneidad del tamaño de las gotas pulverizadas. Una población formada por gotas de idéntico diámetro tendría un SPAN igual a uno (Figura 1).

La caracterización de las boquillas en función de su potencial de deriva se realiza mediante el uso de diversos parámetros tales como el DMV 0,1 (diámetro tal que las gotas de igualo menor tamaño representan el 10% del volumen acumulado de pulverización), o simplemente el porcentaje de gotas con un diámetro menor a un valor fijo (variable según diferentes autores entre 100 y 200 micras).

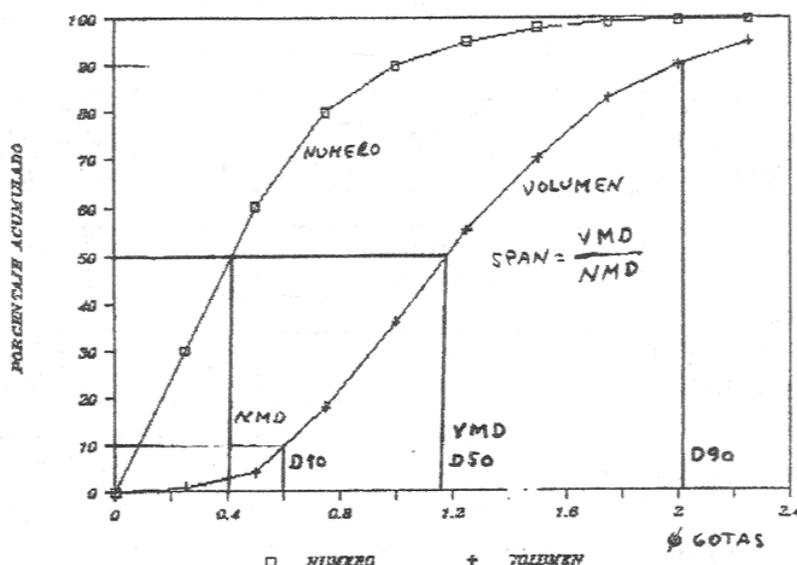


Figura 1. Heterogeneidad de la pulverización

En general, el 50% de las gotas pequeñas contienen menos del 5% del líquido pulverizado y solo el 10% de las gotas más grandes se llevan mas del 50% de la pulverización.

### LAS BOQUILLAS: BASE DE LA PULVERIZACIÓN HIDRAULICA

La base de la pulverización la constituyen las boquillas. Sin unas boquillas apropiadas ni el mejor de los equipos da resultados satisfactorios. Esto se aplica tanto a los equipos de pulverización hidráulica para cultivos bajos (en los que la energía cinética de las gotas que salen de la boquilla es la que sirve para asegurar una distribución superficial característica), como en los equipos de pulverización hidroneumática, en los que la boquilla solo sitúa un chorro de gotas que se encarga de distribuir una corriente de aire generada por un ventilador.

#### *Espectros de gotas producidas por las boquillas*

Además de por su perfil de distribución volumétrica, la boquilla se caracteriza por el espectro de gotas que proporciona. Este espectro se modifica con la presión de trabajo a la vez que lo hace el caudal y la velocidad de salida del líquido pulverizado. Para cualquier boquilla, el caudal es proporcional a la raíz cuadrada de la presión, al igual que la velocidad de salida de las gotas.

$$q = a.k.\sqrt{p}$$

q : caudal de la boquilla

a: área del orificio

k: constante del orificio

p : presión de trabajo

Así, al pasar de 5 a 20 bar en una boquilla, el caudal aumenta de 2.2 a 4.4 l/min, la velocidad de salida de 20 a 40 m/s y la dimensión media de las gotas disminuye de 380  $\mu\text{m}$  a 240  $\mu\text{m}$ .

Como valores orientativos, para el conjunto de boquillas convencionales existentes en el mercado, se pueden dar los siguientes valores medios (DMV) sobre la base de una boquilla de 1 l/min trabajando a 3 bar de presión:

- Boquillas cónicas: 260 $\mu\text{m}$ .
- Boquillas de abanico (110°): 300 $\mu\text{m}$ .
- Boquillas de abanico (80°): 400 $\mu\text{m}$ .
- Boquillas deflectoras: 650 $\mu\text{m}$ .

En resumen, para presiones comprendidas entre 2 y 4 bar se produce la mayor cantidad de gotas en el intervalo de 200 a 300 $\mu\text{m}$ , lo que resulta apropiado para aplicaciones de 150 a 300 l/ha.

También hay que indicar la influencia que tiene el ángulo de apertura del chorro en el porcentaje de gotas de escaso tamaño. Para las boquillas con ángulo de apertura de 80° el volumen de líquido pulverizado en gotas de menos de 100 y de 200 $\mu\text{m}$  es muy inferior (menos de la tercera parte) que para apertura de 110°. La aparición de gotas de muy pequeño diámetro también se produce en las boquillas de bajo caudal.

Por ello, en toda la tecnología para el desarrollo de boquillas se busca un compromiso, de manera que se eviten las gotas más pequeñas (menores de 100 $\mu\text{m}$  o de 200 $\mu\text{m}$  en condiciones de climas cálidos y/o secos) que se pierden por deriva, a la vez que se reduce la heterogeneidad. Ha sido con las boquillas de abanico plano con las que, por el momento, se han conseguido los mejores resultados, trabajando a presiones mínimas, (aunque no es aconsejable bajar de 2 bar), las cuales, además de evitar la atomización (producción de gota excesivamente fina), proporcionan energía apropiada para que las gotas lleguen a la planta evitando su explosión en el impacto y su pérdida por escurrimiento.

### **Elegir una boquilla apropiada**

En consecuencia, la elección de la boquilla más apropiada para una determinada aplicación debe hacerse en función del volumen de caldo (l/ha) y de la cobertura necesaria, lo que condiciona el tamaño y el tipo de boquilla y la presión de trabajo. Es conveniente utilizar para ello las tablas que proporcionan los fabricantes de las boquillas, ya que si bien, en líneas generales, se cumplen las indicaciones expuestas con anterioridad, las técnicas de fabricación ofrecen particularidades que pueden ayudar a mejorar la eficacia de una aplicación determinada.

Para seleccionar la boquilla que se necesita utilizando un catálogo de boquillas se debe buscar la que proporcione el caudal más próximo al calculado para la presión y velocidad a la que se va a trabajar.

La velocidad del viento atmosférico puede dificultar que el tratamiento sea correcto, perdiéndose por deriva una buena parte del producto. Para evitarlo se recomienda utilizar boquillas adecuadas que consigan una pulverización fina para el caso de viento en calma o brisa muy ligera, o pulverización gruesa cuando se superen los 5 a 6 m/s de velocidad del viento.

La principal utilidad de las boquillas denominadas "antideriva" radica en que posibilitan la aplicación de bajos caudales con gotas de tamaño medio y grande. Si el viento supera los 7 m/s se debe evitar la aplicación. En condiciones normales, con velocidades de viento entre 1.5 y 5 m/s, la pulverización de finura media, con los tamaños de gota anteriormente señalados, es la que proporciona los mejores resultados.

La duración de una boquilla depende principalmente del material de fabricación. Además, su vida útil es menor cuanto menor sea su caudal y mayor la presión de trabajo. En general todos los autores coinciden en que el límite tolerable de desgaste es el aumento del caudal nominal en un 10%.

Reichard et al. (1991), además de un sinnúmero de investigadores han realizado ensayos de desgaste. El uso de caolinita como abrasivo simula adecuadamente en forma acelerada el desgaste en condiciones de campo. Debido a que el desgaste es proporcional a la concentración de abrasivo utilizada, podemos inferir de sus resultados la vida útil real a concentraciones de producto corrientes (la caolinita es un inerte frecuentemente utilizado en la formulación de pesticidas).

Horas de uso para obtener un incremento de caudal de 10% para boquillas de pulverización de distintos materiales y caudales. (9 kg de caolinita cada 150 litros de caldo; 0.06 kg/l)

Material	Caudal nominal (l/min)	Tiempo (h)		
		1.5	2.3	3.0
BR	3	12	25	64
NY	15	34	57	117
P	13	77	86	243
Ss	19	62	145	298

Br = bronce; NY = Nylon; P = polímero; Ss = acero inoxidable

***Pulverizadores hidráulicos con asistencia de aire***

Hay otras alternativas para la aplicación de fitosanitarios en cultivos bajos, aunque su empleo sea, por el momento, poco frecuente. La utilización de una corriente de aire que se encargue del transporte de las gotas hasta la zona de tratamiento ha sido habitual en cultivos de alta densidad foliar y los pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores) que se emplean en las áreas frutícolas son buen ejemplo de ello.

La novedad está siendo el empleo de unos equipos, en cierto modo similares a los "atomizadores", en alternativa a la pulverización hidráulica habitualmente utilizada sobre cultivos bajos.

En estas aplicaciones se recomiendan utilizar boquillas de bajo caudal tipo chorro cónico, cuando se montan en una salida de aire de sección circular, o de abanico plano para salidas rectangulares. La boquilla se debe situar a la distancia considerada normal (40-50 cm) de la zona de tratamiento en ausencia de aire. La corriente de aire se encarga de aumentar la penetración trabajando con un volumen de líquido reducido, para lo cual no debe superar los 30 m/s en la salida ni los 10 m/s sobre la planta.

El empleo de esta técnica permite trabajar con pulverización más fina, lo que hace posible las aplicaciones en bajo volumen con los mismos productos utilizados con volumen normal de agua. Las gotas pequeñas, que son las más efectivas, penetran con la misma facilidad que las más gruesas, por lo cual disminuye drásticamente la deriva. Sobre la base de una aplicación convencional con 150 l/ha y una aplicación asistida con aire a razón de 70 l/ha, la diferencia en deriva es notable: 9110 partes de lo que sería arrastrado por el viento se recupera en la zona de aplicación.

## **LA DERIVA Y SU CONTROL**

### ***Reducir la deriva es aumentar la eficacia***

La deriva, es la porción de producto que no alcanza al objetivo. Se suele asociar el término a las pérdidas que se producen por efecto del viento o la evaporación (exoderiva). No se debe olvidar que también es deriva aquella porción del producto que queda en la zona tratada pero en donde no interesa (endoderiva).

A continuación se analizarán dos de las formas más usadas para el control de la exoderiva:

- Uso de aditivos antideriva
- Boquillas antideriva

Los aditivos antideriva, son adyuvantes que mezclados junto con los agroquímicos en el tanque de la pulverizadora producen un aumento de la viscosidad del caldo y por ende aumentan el tamaño de las gotas pulverizadas. La mayoría de ellos están compuestos por polivinilo o poliacrilamida. El efecto de los mismos es proporcional a su concentración. Debe considerarse en la elección del producto, que las recirculaciones que se dan dentro del tanque desde el llenado afectan en forma diferente a cada uno de ellos. Los resultados obtenidos por Reichard et al (1996) permiten observar dicho efecto para tres productos comerciales ensayados con una boquilla Teejet XR8004VS.

ADITIVO	Nº DE RECIRCULACIONES	DV0.1	DV 0.5	DV 0.9	%VOLUMEN <200 MICRAS
DR 2000	0	296	587	833	4.3
	1	303	615	868	4.2
	2.3	301	613	872	4.1
	3.9	304	626	876	4.1
	6.4	296	616	853	4.2
	11.4	283	607	855	4.7
NALCOTROL	0	269	592	846	4.1
	1	246	570	843	4.8
	2.3	217	529	825	6.8
	3.9	201	497	800	8.1
	6.4	191	470	790	9.1
	11.4	171	422	697	11.4
NALCOTROL II	0	249	505	835	6.0
	1	187	412	780	11.7
	2.3	171	369	605	14.3
	3.9	169	353	618	15
	6.4	177	354	644	13.6
	11.4	179	366	637	13.4
AGUA		160	344	629	17.3

Estos resultados indican la importancia de elegir un producto que además de aumentar significativamente el tamaño de las gotas, sea resistente a la recirculación dentro del equipo.

Todos los fabricantes de boquillas producen hoy boquillas de abanico plano antideriva. Los términos AD, DG, AI, LD, XR, n, Lo Drift, LP, etc. ya son familiares y son marcas registradas de diversos orígenes. Hoy en día su costo es similar a boquillas convencionales. Visto que en Uruguay el viento es un elemento siempre presente, no existen razones para no elegir las al momento de reponer las boquillas de los equipos.

A igualdad de dosis (l/ha, l/min y velocidad de aplicación) los diferentes modelos se ordenan por deriva creciente de la siguiente forma (Debroize et al., 1997):

- boquillas convencionales
- boquillas de baja presión
- boquillas con orificio calibrado
- boquillas de tipo espejo modificado (TT de Teejet)
- boquillas de inyección de aire

## **CALIBRACIÓN y ESTADO DE LOS EQUIPOS**

Algunos de los factores que más inciden en la precisión de una aplicación son:

- diseño y estado de conservación de todos los componentes del pulverizador
- el método de calibración utilizado

En el mundo existen muchos programas de revisión de equipos. Existe amplio consenso en que los riesgos derivados de la aplicación no recaen sólo en el productor sino en la sociedad en su conjunto. Los programas implantados varían en sus exigencias. Los más estrictos exigen la inspección periódica obligatoria y la posesión de un camé de aplicador.

Si bien existen distintos métodos de calibración sencillos y efectivos en que es innecesario abundar, cabe preguntarse:

- ¿ Todos saben calibrar un equipo?
- ¿ Los técnicos y los productores calibran periódicamente los equipos?
- ¿ Los técnicos consideran la calibración como un tema de su incumbencia?

En Nebraska, Rider y Dickey (1982) realizaron un relevamiento con el objetivo de conocer los errores de aplicación en un total de 138 aplicadores, incluyendo privados y contratistas. Los errores encontrados fueron debidos a calibración incorrecta, dilución incorrecta o ambos. Sus resultados más importantes fueron:

- Sólo uno cada cuatro aplicadores obtiene una dosis por hectárea en el entorno de  $\pm 5\%$  la dosis pretendida.
- 50% de los aplicadores logran dosis de  $\pm 20\%$  la dosis pretendida
- 47% subdosifican
- 37% sobredosifican

Los autores evaluaron también la uniformidad de descarga de las boquillas encontrando que:

- El coeficiente de variación de caudal de boquillas en todos los aplicadores relevados fue 29%
- El máximo coeficiente de variación encontrado fue de 65%
- No encontraron correlación significativa entre errores de dosificación y uniformidad de boquillas.

Pozzolo et al. (1998), tras haber realizado un relevamiento de las características constructivas de equipos de pulverización de botallón en Entre Ríos, concluyen que las principales características deseables de los mismos deberían ser:

**Boca de carga del depósito**, con tapa de cierre de tamaño no inferior a 0,20 m. de diámetro y ubicada a una altura máxima de 1,50 m. del suelo o plataforma, Cuando posea mezclador para la carga del producto, se tomará éste como boca de carga.

**Sistema antigoteo** (válvulas, filtros antigoteo, etc.), en buen estado de funcionamiento, que asegure que una vez accionada la llave de cierre de alimentación al botalón, no se produzcan pérdidas ni goteo.

**Filtros** en: 1) la boca de llenado o en la manguera de succión de carga. 2) la línea principal (antes o después de la bomba). 3) la línea de alimentación al botalón. 4) cada pico.

**Manómetros** en baño de glicerina, en correcto estado de funcionamiento. La ubicación y tamaño del cuadrante deberán ser tales que permitan al operario, desde su puesto de conducción, efectuar una rápida lectura de la presión de trabajo. Deberá ser adecuado a los requerimientos de presión de trabajo habitual de las boquillas teniendo una lectura máxima de 10 bar y una escala no mayor a 0.2 bar.

**Boquillas**, deberán ser todas de la misma marca, tipo, modelo y material. Deberá contar por 10 menos con un juego de boquillas adicional, de diferentes características de dispersión a las que posee en uso.

**Las uniones** deberán estar provistas de abrazaderas y de ser roscadas deberán estar debidamente selladas de manera tal que aseguren una perfecta estanqueidad del circuito, no admitiéndose pérdidas en el mismo.

**Las caídas de presión** que se registren entre las boquillas más próximas a los puntos de alimentación de cada tramo del botalón y la más distante a ésta, no deberán ser superiores al 5%. Entre el manómetro general y el valor medio registrado en el botalón, se permitirá hasta un 15% de diferencia.

**El caudal asperjado por las boquillas** en ningún caso podrán exceder más del 10% de estipulado por el fabricante.

**Válvula antiretomo**, la bomba de carga del equipo estará provista de una, en perfecto estado de funcionamiento.

**Válvula de vaciado**, el depósito deberá contar (en su parte más baja) con una llave exclusiva de una sección no inferior a 0,075 m.

**Depósito de agua limpia**, deberán estar equipadas con un depósito independiente del tanque principal. La capacidad del mismo deberá ser no inferior a 50 l., incorporado en forma estable a equipo y provisto de una canilla, con el fin de permitir la higiene del operario.

**Cabina cerrada**, las pulverizadoras autopropulsadas deberán poseer cabina cerrada. Las máquinas de arrastre deberán ser propulsadas por tractores con cabinas cerradas.

**La separación entre boquillas**, medida de centro a centro de boquillas contiguas, deberá ser tal que en ningún caso se observe una variación mayor al 6% de la especificada por el fabricante.

**Protección de la toma de potencia y eje de cardan, a fin de evitar accidentes.**

**Caudal de la bomba** que permita la alimentación de la totalidad de las boquillas de mayor gasto a usar, más un 10% del volumen máximo del tanque, expresado en *l/min* destinado a la agitación.

**Escala indicadora del nivel de carga** del depósito ubicada en forma visible y de fácil lectura para el operador.

**Mezcladores de productos** que permitan una fácil incorporación del producto al depósito permitiendo a la vez un correcto mezclado del mismo.

**Dispositivo lavador de envases** ya sea en la boca de carga del tanque o en el mezclador de productos, a fin de permitir la realización del lavado de los mismos.

**Depósitos provistos de rompeolas**, de diseño tal que faciliten el lavado y permitan el vaciado total del mismo, provistos además con boquillas lavadoras del tanque.

**Tanque de agua limpia** para lavado del depósito, con una capacidad de 110% del volumen total del mismo.

**Sistema anticabeceo o estabilizador del botalón**, que asegure la estabilidad del mismo.

**Llaves de comando** accesibles al maquinista desde su puesto de conducción, evitando el ingreso de mangueras con caldo a presión dentro de la cabina o puesto de conducción.

Trabajos similares realizados por Herrera et al. (1998), tuvieron como objetivos evaluar el uso de los equipos en condiciones de campo. Se determinó que la gran mayoría de los equipos (más del 50%) no cumplían con los requerimientos de uso recomendados, a excepción de los volúmenes asperjados por hectárea. Se seleccionaron equipos de contratistas y privados que trabajaban más de 5000 ha por año.

A continuación se presentan los resultados más relevantes (Figuras 2, 3 y 4).

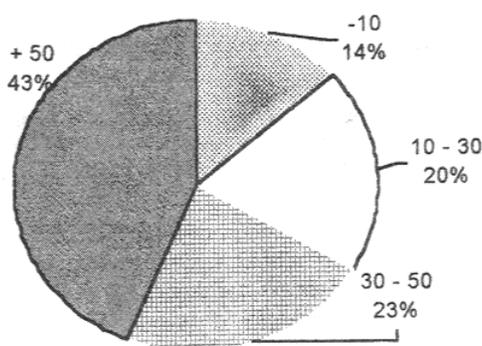
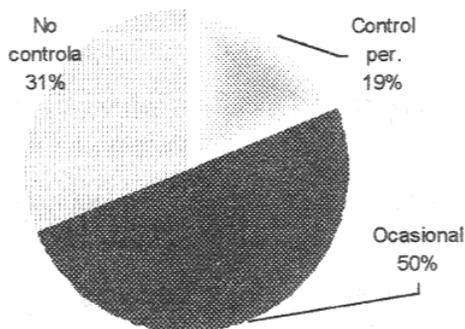


Figura 2. Porcentaje de equipos que presentan boquillas fuera de tolerancia.

Se observa el porcentaje de máquinas que presentaban boquillas que arrojaban caudales con coeficientes de variación inferiores al 10%, entre el 10 y 30%; 30 y 50 % y más del 50% con respecto a la media. Se visualiza que una amplia mayoría (+80%) de los equipos no cumplen con los valores establecidos como correctos (10% de desvío). Esta situación provocaría mínimamente que las pulverizaciones a campo tengan una uniformidad deficiente.

Cuando se correlacionan estos valores con la antigüedad de las máquinas (39% menor a 3 años, 26% entre 3 y 5 años y 35% más de 5 años) el valor de R<sup>2</sup> es de 0,49 lo que indica que estos valores.

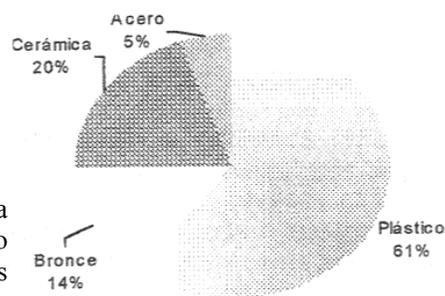
son función, principalmente, del mantenimiento y regulación.



Se considera control periódico de un equipo aquellos que lo hacen por lo menos una vez por año. En todos los casos existía un responsable técnico.

Cuando se evalúa el volumen arrojado por lote tratado, al comparar los l/ha realmente asperjado por los equipos con el que se pretendía aplicar, se observa que sólo el 17% de las máquinas se encontraban aplicando caudales con variaciones mayores al  $\pm 10\%$  de lo pretendido.

Figura 3. Frecuencia de los controles.



Con respecto al material de las boquillas se observa que las más utilizadas son de plástico, las que no serían las más indicadas si se considera que todos los equipos evaluados trabajan más de 5.000 ha/año y que presentan deficientes controles.

Figura 4. Material de las boquillas

Posiblemente el criterio de elección empleado sea el de minimizar gastos. La presión de trabajo empleada puede considerarse como aceptable en forma genérica.

Sin embargo, existe un 31% de los equipos que utiliza presiones superiores a 6 bar lo que ocasiona seguramente riesgos innecesarios de deriva.

### RECOMENDACIONES FIANALES

- Verifique el estado y la limpieza de toda la máquina.
- Cerciórese de que todas las boquillas son iguales y tienen sus filtros correspondientes.
- Mida el caudal de todas las boquillas y reponga todas las que gasten más del 10% del volumen de una boquilla nueva.

- Si el fabricante del producto le provee indicaciones detalladas sobre volumen de aplicación y tamaño de gotas = **Sígalas**
- A falta de instrucciones detalladas:
  - realice la aplicación con tamaño de gotas medio con vientos calmos
  - realice la aplicación con tamaño de gotas grueso y muy grueso con vientos moderados
  - suspenda toda aplicación con vientos fuertes
  - para la aplicación a volúmenes inferiores a 200 l/ha utilice siempre boquillas antideriva o aditivos antideriva
- Medite y consulte antes de comprar nuevas boquillas para su equipo

## **BIBLIOGRAFIA**

- Debroize, D., Denoirjean, J. ; 1997. Types de Buse. Perspectives Agricoles N° 230. ITCF. France
- Herrera M.; Anglada M.M.; Pozzolo O.R. 1998. Características constructivas deseables en los equipos pulverizadores terrestres. Congreso Latinoamericano de Ingeniería Rural. La Plata. R.A.
- Marquez L. 1998. Curso de Actualización profesional: " Tecnología de aplicación de fitosanitarios". Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- Pozzolo O.; Herrera M.; Pereyra C.; Sione W.; Valdemarin D. 1998. Relevamiento de pulverización agrícola .en Entre Ríos parte 1. Aspectos de prestación. Congreso Latinoamericano de Ingeniería Rural. La Plata. R.A.
- Reichard O. L.; Zhu H.; Ozkan H. E.; Fox R. O. 1991. Nozzle wear rate and test procedure. Transaction of The ASAE 34 (6) 2309 - 1993-2316.
- Reichard O. L.; Zhu H.; Oowner R. A.; Fox R. O.; BrazeeR. O.; Ozkan H. E.; Hall F. R. 1996. A system to evaluate shear effects on spray drift retardant performance. Transaction of The ASAE 39 (6) 1993-1999.
- Rider A. R.; Oickey E. C. 1982. Field evaluation of calibration ccuracy for pesticide application equipment. Transactions of the ASAE 25(2).