



Ing. Agr. Pablo Dutto

Departamento de Microbiología
de Suelos - MGAP

RECOMENDACIONES PARA SITUACIONES CON PROBLEMAS

Inoculación de Leguminosas

En este artículo se analizan las situaciones más comunes donde el manejo correcto del factor rizobiológico es clave para el éxito del cultivo.

En Uruguay, la inoculación de las leguminosas es una práctica generalizada a nivel de productor pues la fijación biológica de nitrógeno es un proceso con muy alto impacto en la producción de los sistemas agropecuarios. Sin embargo, ese impacto productivo está condicionado por la especie de leguminosa y por la historia de chacra, pudiendo en ciertos casos, decidir el éxito o el fracaso de la implantación.

La Población de Rizobios del Suelo

Los rizobios son habitantes normales de los suelos, aún en ausencia de su leguminosa huésped. En cada chacra hay rizobios que provienen tanto de la población nativa como de anteriores inoculaciones. En consecuencia, cuando se siembra una leguminosa, esos rizobios que están en el suelo afectarán –de acuerdo a sus características- la nodulación y establecimiento de la leguminosa introducida.

En el caso de **soja**, en Uruguay no existen rizobios nativos capaces de nodular esta especie, por lo que todos los nódulos van a estar formados por los rizobios del inoculante.

Una situación similar se da en el caso de la **alfalfa**, donde existen poblaciones nativas pero en números bajos, por lo que habitualmente su efecto no es relevante y la nodulación depende de una correcta inoculación.

Para **Lotus corniculatus** y **Lotus tenuis** existe una población de rizobios nativos que es **efectiva** en estas especies, por lo que en caso de fallas en la inoculación se van a formar nódulos efectivos a partir de la población del suelo, aunque perdiendo producción debido a que la cepa del inoculante es más eficiente que las del suelo.

En otros casos, la población nativa o naturalizada del suelo está constituida por rizobios **parásitos**. En estos casos, el éxito en la implantación del cultivo dependerá de que los rizobios del inoculante ganen la competencia contra esa población parásita y formen nódulos efectivos. El fracaso en esa competencia conducirá a la formación de nódulos inefectivos y la pérdida del cultivo.

A continuación se analizan las tres situaciones más comunes en nuestro país, donde una población parásita de rizobios en el

suelo puede afectar la implantación de una leguminosa.

Situaciones Problema

Las tres situaciones problemáticas que se pueden presentar en Uruguay son:

- Trébol blanco en campo sin historia de tréboles
- Lotus subbiflorus (Rincón) o Lotus pedunculatus (Maku) sobre Lotus corniculatus
- Trébol vesiculoso sobre Trébol blanco

I.- TRÉBOL BLANCO EN CAMPO SIN HISTORIA DE TRÉBOLES

En el campo natural existe un trébol nativo, el Trébol polimorfo o Trébol del campo (*Trifolium polimorfum*), cuyos rizobios asociados son capaces de formar nódulos inefectivos en los tréboles sembrados, o sea que son **parásitos**.

Esto se manifiesta especialmente en el caso del trébol blanco y es la causa de frecuentes problemas y fracasos en la implantación del trébol blanco en chacras sin antecedentes de tréboles.

En consecuencia, para lograr un buen establecimiento del trébol blanco, hay que lograr que

los rizobios del inoculante compitan con la población nativa para formar al menos, una parte de los nódulos.

Varios factores están involucrados en la competencia de la cepa del inoculante contra las cepas del suelo, pero sin duda uno de los más importantes es el número de rizobios del inoculante sobre la semilla.

Las figuras 1 y 2 corresponden a un ensayo realizado en un semillero de Trébol blanco en el departamento de Lavalleja, donde se evaluaron tres niveles de inoculación (baja, media y alta, donde la media corresponde a las dosis normales usadas en las siembras por los productores). Se observa un marcado efecto del número de rizobios por semilla en la implantación y producción del trébol blanco.

Por otro lado se realizaron recuentos del número de rizobios en semilla, a la salida de la sembradora, en siembras comerciales de semilleros. Los resultados obtenidos se observan en la figura 3.

Se observa que el número de rizobios en las semillas fue bajo o nulo, excepto en la muestra 7 (se considera que 1000 rizobios/semilla es un número razonable para lograr una buena implantación).

Estos resultados tienden a señalar al bajo número de rizobios por semilla como responsable, al menos parcialmente, de los problemas de implantación del trébol blanco en campos nuevos. En la parte de Estrategias de Manejo se presentan las recomendaciones.

Por otra parte, la observación de chacras sembradas con distintos métodos de laboreo sugiere que los problemas de nodulación son más frecuentes en chacras con laboreo convencional que cuando se usa siembra directa, aunque no hay ensayos que lo avalen definitivamente. La siembra en líneas, en directa o convencional, también parece favorecer la nodulación efectiva.

II. - LOTUS SUBBIFLORUS (RINCÓN) O LOTUS PEDUNCULATUS (MAKU) SOBRE LOTUS CORNICULATUS

La cepa comercial de *Lotus corniculatus* (y de *Lotus tenuis*) es una cepa muy eficiente en estas especies y además, tiene alta capacidad de persistencia.

Esto, que es ventajoso para futuras siembras de estas especies, es una dificultad cuando se pretende sembrar posteriormente otras especies del género *Lotus* no compatibles simbióticamente con las anteriores. Actualmente esto sucede con *Lotus*

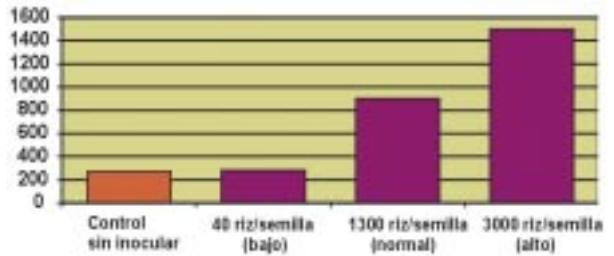


Figura 1. Efecto del número de rizobios por semilla en la producción de materia seca de trébol blanco.



Figura 2. Foto de las parcelas. Arriba, parcela inoculada con 3000 rizobios por semilla. Abajo, parcela inoculada con 40 rizobios por semilla. (Lavalleja, 1997)

subbiflorus (Rincón) o *Lotus pedunculatus* (Maku).

En estas especies, la cepa comercial de *L. Corniculatus* es altamente competitiva pero parásita, por lo que para una buena implantación del Rincón y del Maku es necesaria una buena inoculación de cada una con su **inoculante específico** (distinto del de *L. corniculatus*).

Es bueno recordar que inocular *Lotus* Rincón o *Lotus* Maku con inoculante de *L. corniculatus* no sólo no es bueno sino que es totalmente contraproducente. Este error ha sucedido en varios casos, implicando la pérdida de siembras de ambos *Lotus*.

III.- TRÉBOL VESICULOSO SOBRE TRÉBOL BLANCO

El Trébol vesiculoso (anual, invernal) es valorado por algunos productores por su buena pro-

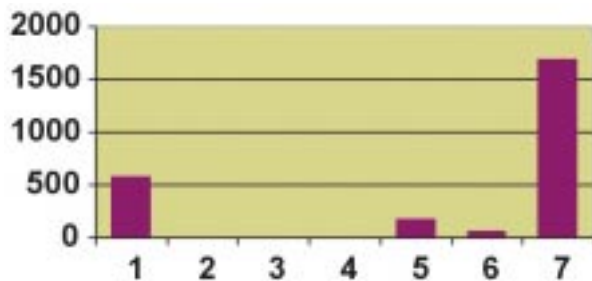


Figura 3. Número de rizobios por semilla en muestras de productores.



Figura 4. Plantas de trébol vesiculoso en chacra con historia previa de trébol blanco. (Artigas, 2000)

ducción asociado a que provoca poco o ningún meteorismo. Tiene su inoculante específico.

Lo importante es que la cepa comercial de trébol blanco es parásita en esta especie, de lo que resultan problemas de nodulación cuando se siembra Trébol vesiculoso en chacras donde previamente se sembró trébol blanco.

En la figura 4 se muestra una foto de plantas de trébol vesiculoso sembrado en un campo con historia de trébol blanco. La mayoría de las plantas muestran color amarillo-rojizo (por falta de nitrógeno) debido a la nodulación por rizobios parásitos, terminando con la muerte de la mayoría de las mismas.

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Elección del cultivo y la chacra

La existencia de una población de rizobios en el suelo que puede jugar “en contra” es un dato a tener en cuenta en el momento de la elección del cultivo a realizar en una chacra, de la misma manera que el enmalezamiento, tipo de suelo, etc.

Así, en determinados casos se puede evitar sembrar en esas condiciones problemáticas. Por ejemplo, un productor ganadero que quiere hacer un

mejoramiento a base de Lotus Maku o Lotus Rincón puede usar potreros que nunca hayan sido sembrados con Lotus corniculatus.

Bacterización previa del suelo

Algunos productores semilleristas de trébol blanco han utilizado con éxito la estrategia de sembrar trébol rojo como cabeza de rotación en campos nuevos.

El Trébol rojo tiene menos problemas de nodulación que el trébol blanco, se implanta y cambia la población de rizobios del suelo, dejando un elevado porcentaje de rizobios efectivos para trébol blanco. Siembras posteriores de éste no tienen problemas.

Manejo de la Técnica de Inoculación

Muchas veces las estrategias planteadas en los dos puntos anteriores son difíciles de implementar; entonces, cuando se plantea sembrar en presencia de una población de rizobios adversa, es fundamental tratar de llegar a la chacra con el máximo número de rizobios posible sobre la semilla.

Esto, generalmente se puede lograr mediante el aumento del número de paquetes de inoculantes utilizados por bolsa de semilla. Sin embargo, aunque este enfoque es correcto, también hay que tratar de evitar la pérdida de rizobios desde la inoculación hasta la siembra.

En una semilla bien inoculada (de acuerdo a la “receta”) hay tres causas principales de pérdida de rizobios después de la inoculación:

- pérdida por desprendimiento del inoculante,
- muerte por efectos tóxicos y
- muerte por desecación.

El *desprendimiento del inoculante* puede originarse con el roce de la semilla inoculada contra otras semillas y contra las partículas de fertilizante (cuando se mezcla).

En la semilla peleteada también está el descascarado del pellet, arrastrando las partículas de inoculante junto al polvo de peleteo.

A esto hay que sumar el efecto de la sembradora, alguna de las cuales tienen sistemas de distribución y revolvedores que golpean a la semilla provocando el desprendimiento del inoculante; este efecto es muy marcado en las fertilizadoras centrífugas.

Recomendación: *manipular de la manera más suave posible la semilla inoculada, evitar la mez-*

cla con fertilizantes y usar sembradoras de siembra en líneas.

La muerte de rizobios por efectos tóxicos (descartando problemas de mal manejo, por uso de herramientas o superficies sucias de agroquímicos, gasoil, etc.), se debe a dos causas principales: efecto del fertilizante cuando se mezcla con la semilla inoculada, y uso de polvos de recubrimiento inadecuados. Como aclaración, vale mencionar que nos estamos refiriendo a semilla no tratada con curasemillas, fungicidas, etc. En caso de semilla curada, hay que tener en cuenta el efecto de estos productos sobre los rizobios; mientras algunos curasemillas son bastante inocuos, otros son extremadamente tóxicos.

En cuanto a los fertilizantes, además del efecto de “raspado” sobre la semilla que vimos en el punto anterior, tienen un efecto tóxico sobre los rizobios, efecto que puede ser dramático en el caso de fertilizantes muy ácidos como el super o el super triple, pero que también está presente en otros fertilizantes.

Por lo que hace a los polvos de peleteo, se han utilizado una enorme cantidad de productos, muchos de los cuales son totalmente inadecuados por ser muy ácidos o muy alcalinos, o por contener componentes tóxicos. Los mejores resultados en cuanto a polvos de peleteo se han obtenido hasta el momento con productos a base de carbonato de calcio finamente molido.

Recomendación: no mezclar semilla inoculada con fertilizantes (en caso de hacerlo, peletear la semilla). Usar polvos de recubrimiento en base a carbonato de calcio finamente molido.

La muerte de rizobios por de-



secación es un proceso inevitable en toda semilla inoculada, pero que puede ser enlentecido o agravado por el manejo que se realice.

Los adherentes protegen a los rizobios de la desecación, por lo que su uso es imprescindible.

Se debe recordar que el proceso de desecación y muerte es acelerado por factores como sol, calor y viento, los que hay que tratar de evitar al máximo.

También hay que tener en cuenta el tiempo entre la inoculación y la siembra: los rizobios siguen muriendo a cada minuto que pasa, por lo que hay que sembrar lo más rápido posible a partir de que la semilla está oreada.

Recomendación: usar adherente. Mantener la semilla inoculada en lugar fresco. Sembrar lo más pronto posible.

Siembra en condiciones adecuadas

Como se dijo, desde que la semilla se inocula, los rizobios empiezan a morir, proceso que sólo se detiene cuando emerge la raíz de la semilla y los rizobios se multiplican en ella.

Eso hace que sembrar en condiciones que no permitan una rápida emergencia de la semilla (por ejemplo, sembrar en seco), implica aceptar que el proceso de muerte de rizobios continúe por más tiempo, y equivale en la práctica a una mala inoculación.

El efecto es tanto más grave cuando más tiempo pase hasta la emergencia y cuanto más calor y menos humedad haya.

CONCLUSIONES

La siembra de leguminosas en chacras donde la población de rizobios del suelo es parásita es riesgosa, pudiendo fracasar totalmente el cultivo.

Cuando se puede evitar por existir otras opciones forrajeras adecuadas (otras especies, otros potreros) vale la pena valorar la necesidad de hacerlo.

Cuando igualmente se decida la siembra, el número de rizobios por semilla que llega al suelo es determinante en el éxito de la implantación, por lo que todo lo que pueda hacerse para aumentarlo es fundamental.

El uso de adherente y doble dosis de inoculante, mínimo manipuleo de la semilla, siembra lo más rápido posible después de la inoculación, siembra en líneas (sin mezclar con el fertilizante) y siembra en condiciones de temperatura y humedad que permitan una rápida emergencia, actualmente es el mejor conjunto de técnicas disponible.

Agradecimientos

A los productores que colaboraron en la generación de parte de esta información. Estos trabajos fueron parcialmente financiados por INIA.