

CAPÍTULO 11. PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Daniel Horacio Basigalup

La producción de semilla de alfalfa es una actividad especializada, que difiere mucho de la producción de forraje (MARBLE, 1980) en función de sus requerimientos específicos de fertilidad de suelo; densidad de plantas; control de plagas, malezas y enfermedades; polinización y manejo del agua.

11.1 Requerimientos ambientales

11.1.1. Clima

Las condiciones climáticas que favorecen la producción de semilla son: a) un período de crecimiento de al menos 150 días de duración; b) durante el período de floración, temperaturas promedio de 24-25° C en el día y $\geq 18^\circ$ C en la noche y aire relativamente seco ($< 50\%$ de HR); c) alta heliofanía y ausencia de vientos fuertes durante la floración, con un mínimo de días nublados y frescos; d) días largos, con un mínimo de 14 horas de luz; y e) una distribución de lluvias o riegos que promueva un crecimiento vegetativo controlado y que - a través de una reducción gradual de la humedad edáfica a partir del momento de la floración - provoque un adecuado crecimiento reproductivo (MOSCHETTI et al., 2007).

En zonas húmedas y con lluvias frecuentes en los períodos de maduración y cosecha, la producción de semilla suele ser muy baja (50 a 100 kg ha⁻¹). Por el contrario, en climas áridos, donde se puede controlar el riego, la producción puede llegar a 1.000 kg ha⁻¹ o más (ECHEVERRÍA, 1993). En ese sentido, una lluvia de tan sólo 5 mm puede provocar la dehiscencia de las vainas y ocasionar pérdidas de semilla de cierta magnitud; y una lluvia de 10 a 20 mm puede producir pérdidas de hasta el 75% si la semilla está seca y lista para ser cosechada (MARBLE, 1987). Basado en la cantidad de precipitaciones durante la fase de maduración y cosecha de semillas, Ochoa (1980) sugirió la siguiente clasificación de la aptitud de una región para la producción de semilla de alfalfa: excelente: 0-20 mm; muy buena: 20-40 mm; buena: 40-60 mm; regular: 60-80 mm; problemática: 80-100 mm; muy difícil: 100-120 mm; e imposible: > 120 mm.

Si bien la alfalfa es una especie de día largo, la respuesta a la longitud del día también está influenciada por la radiación y la temperatura (FICK et al., 1988). En líneas generales, la formación de flores es favorecida por un mínimo de 12 h de luz, con alta intensidad luminosa y temperaturas mínimas por encima de 20° C (FICK et al., 1988). De acuerdo con Marble et al. (1986), a días más

largos (de 12 a 16 horas) corresponden menores intervalos entre floraciones sucesivas (de 38 a 24 días). Las temperaturas y el fotoperíodo no sólo condicionan el desarrollo de las inflorescencias y la fertilidad del polen y de los óvulos, sino también la actividad de los polinizadores y el crecimiento y la maduración de las vainas (HACQUET, 1986). Temperaturas muy altas o vientos extremadamente secos pueden provocar una significativa caída de flores (“corrimiento”) y/o afectar el desarrollo de las semillas, aumentando la proporción de semillas duras y disminuyendo su vigor (FICK et al., 1988).

11.1.2. Suelo

Aunque la alfalfa se adapta a un amplio rango de condiciones edáficas, los altos rendimientos de semilla se alcanzan en suelos bien drenados, con bajo contenido sales y de una profundidad mínima cercana a 1 m. Los suelos arcillosos, arcillo-limosos o franco-arcillo-limosos, por su mayor capacidad de retención de agua, son preferibles a los arenosos. Deben evitarse los suelos extremadamente arenosos, pedregosos o con algún impedimento (tosca, capa de arcilla endurecida, etc.) cercano a la superficie. Un lote de textura uniforme facilita el manejo de la humedad en el perfil de suelo y la sincronización de los estados de desarrollo del cultivo (RINCKER et al., 1988).

El exceso de humedad en el perfil es perjudicial no sólo porque favorece en demasía el desarrollo vegetativo, sino también porque puede provocar la muerte de plantas por anoxia radical (ausencia de aire en el suelo) o por favorecer el desarrollo de enfermedades (CABRAL et al, 1985). En este sentido, si se utiliza un sistema de riego por surco o inundación, es fundamental conseguir una buena nivelación del terreno a fin de eliminar los encharcamientos y conseguir una distribución uniforme del agua. También es importante conocer la profundidad y la dinámica de la capa freática, dado que los aportes que ésta pueda hacer al cultivo pueden disminuir la cantidad y/o la intensidad de los riegos aplicados a lo largo del ciclo productivo (BRASE, 1987).

El nivel de fertilidad del suelo es determinante para los rendimientos de semilla. Los contenidos de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y boro (B), en ausencia de restricciones hídricas severas, suelen ser los elementos que más limitan el crecimiento y desarrollo de las plantas (DARWICH, 1992). También son importantes potasio (K), magnesio (Mg), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn) y molibdeno (Mo) (CULOT, 1986; DÍAZ ZORITA; GAMBAUDO, 2007). Las necesidades de fertilización se pueden definir con base a análisis de suelo o tejido vegetal. Otro factor importante es el grado de acidez de los suelos, dado que la alfalfa no puede prosperar a valores de pH < 5. La excesiva acidez del suelo no sólo torna menos disponibles a algunos macronutrientes (como P, N, Ca, Mg y K) sino que también puede aumentar la solubilidad del aluminio (Al) hasta niveles fitotóxicos y perjudicar la fijación simbiótica del N₂ al resentir la actividad de los rizobios (*Ensifer*

meliloti). De ser necesario, la acidez edáfica debe corregirse con la práctica del encalado (DÍAZ ZORITA; GAMBAUDO, 2007).

11.2 Establecimiento del cultivo

11.2.1 Elección del lote y preparación del suelo

La elección del lote a sembrar es muy importante en el proceso de implantación de un alfalfar destinado a la producción de semilla. Se deben elegir lotes planos, con suelos de textura media, profundos, con buen drenaje, sin impedimentos en el perfil (capas compactadas), buen nivel de fertilidad natural, alto contenido en materia orgánica y facilidades de irrigación en cuanto a cercanía a fuentes de agua en cantidad y calidad. Se deben evitar lotes con alta infestación de malezas de difícil control y potencialmente capaces de causar perjuicios a la producción de semilla.

Otro criterio para la elección del lote se deriva de la necesidad aislamiento que deba tener el cultivo, y que se refiere a la distancia mínima que debe existir entre lotes contiguos de alfalfa que pertenezcan a otra variedad o categoría de semilla. El propósito es evitar la contaminación varietal con fuentes externas de polen a fin de preservar la pureza genética del cultivar que está siendo multiplicado.

Una vez elegido el lote a sembrar, las prácticas de preparación del suelo deben ofrecer una cama de siembra fina, firme y libre de terrones. Las capas de suelo duro que pudieren existir (pisos de arado, horizontes densificados, etc.) deben eliminarse con labores profundas previas a la preparación final para la siembra. En caso de utilizarse la siembra directa, se debe prestar especial atención a que el cultivo antecesor provea una adecuada cobertura de rastrojo capaz de permitir una buena distribución de semillas y una adecuada profundidad de siembra.

11.2.2 Época y densidad de siembra

De la misma forma que para la producción de forraje, la mejor época de siembra de un cultivo de alfalfa para semilla debe ser elegida con base en tres factores: temperatura, humedad e incidencia de malezas. La combinación de esos factores sugiere que el otoño es la mejor época de siembra en la gran mayoría de los casos. En Brasil, el período de abril a junio (otoño) es el más indicado para la implantación de la alfalfa, si bien existen necesidades de irrigación (HONDA; HONDA, 1999).

La inoculación de las semillas con *Ensifer meliloti* es una práctica recomendable, particularmente para aquellos suelos en los que no se cultivó alfalfa previamente. Para las condiciones de Brasil y de otros países tropicales, el uso de semilla peletizada (pildorada) -que combina la

inoculación con el uso de un fungicida y un recubrimiento con carbonato de calcio- ofrece ventajas significativas en comparación con el empleo de semilla desnuda, dado que en esas regiones no existe una tradición en el cultivo y que las condiciones edáficas no siempre son propicias para la alfalfa. El uso de semilla peletizada debe considerar la cantidad de material inerte adherido a la semilla, de forma de ajustar correctamente la dosis de siembra que corresponde.

Comparadas con las que se usan para la producción forrajera, las densidades de siembra para la producción de semilla deben ser considerablemente más bajas, recomendándose hasta 1 kg ha^{-1} en hileras distanciadas entre 0,70 y 1 m (ECHEVERRÍA et al., 1995). Sin embargo, ese valor puede variar notablemente. Por ejemplo, en Australia se usan densidades de siembra más elevadas (4 a 6 kg ha^{-1}) y distanciamientos entre hileras mucho más reducidos (17,5 a 20 cm). En ambientes propicios y con tecnología adecuada el rendimiento de semilla de alfalfa varía entre 700 y 900 kg ha^{-1} .

La profundidad de siembra óptima es de 1,5 a 2 cm en suelos franco-arenosos o de 0,6 a 1,5 cm en suelos franco-arcillosos. Cuando se siembra a profundidades de 2,5 a 3,5 cm la emergencia de las plántulas se reduce significativamente y es casi nula a partir de los 5 cm (SMITH; MELTON, 1967). La siembra demasiado profunda no solo atrasa la emergencia, sino que también incrementa la probabilidad de pérdida de plántulas por ocurrencia de fenómenos meteorológicos desfavorables, invasión de malezas o encostrado del suelo (MARBLE et al., 1986).

11.2.3 Espaciamiento entre hileras

Numerosos trabajos de investigación en los Estados Unidos demostraron que los mayores espaciamientos entre hileras resultaron en más altos rendimientos de semilla que los obtenidos con distanciamientos menores (GOPLIN, 1975; HART, 1980). Esto se debe a que bajo esas condiciones las plantas producen mayor cantidad de néctar y, por lo tanto, son más atractivas para los polinizadores; además, existe un menor índice de aborto de flores. Otras ventajas observadas incluyen el desarrollo de plantas más erectas y abiertas, que facilitan el trabajo de los polinizadores, la penetración de luz hacia el interior de las plantas, el aumento de la temperatura del suelo, la disminución del volcado de tallos, la reducción de la humedad en el follaje (que redundaría en una menor incidencia de enfermedades foliares y daños a la semilla), una mayor eficiencia en el uso de agroquímicos (derivada de una mayor penetración de los productos aplicados), una simplificación en el manejo del riego y la posibilidad de realizar controles mecánicos de las malezas y de plantas voluntarias de alfalfa provenientes de cultivos anteriores, contribuyendo esto último a la pureza genética del cultivar que se está multiplicado (MARBLE, 1987; RINCKER et al., 1988).

El espaciamiento entre hileras más aconsejable varía de 0,9 a 1 m en zonas que posibilitan un más extenso período de crecimiento y de 0,7 a 0,8 m en zonas con período de crecimiento más

acotado. Se recomienda depositar unas 4 a 5 semillas cada 20 o 30 cm a lo largo de la hilera, de forma tal de obtenerse grupos de plantas y no plantas individuales (Figura 1). No obstante, como ya fuera dicho, en algunas zonas productoras de Australia se prefieren densidades de siembra más altas (4 a 6 kg ha⁻¹) y con espaciamentos entre hileras de solo 17,5 a 20 cm.

11.3 Riego

El uso del riego es fundamental en la producción de semilla de alfalfa, pero su utilización correcta es complicada. Debido a que cada situación particular requiere su propio ajuste, el riego es más un arte que una técnica rígida. Entre otros factores, las cantidades y los momentos de aplicación de agua varían en función de la textura y la profundidad de los suelos, de las lluvias recibidas, de la evapotranspiración, de la influencia de capa freática, de la cantidad y calidad del agua disponible, de la densidad del cultivo y de características específicas del cultivar que se está empleando (RINCKER et al., 1987). En consecuencia, la complejidad de las interacciones entre todos estos factores hace que casi imposible la definición de un esquema de riego que sea de aplicación general.

Idealmente, la irrigación debe promover un crecimiento lento y sostenido de las plantas, evitando un desarrollo vegetativo excesivo y favoreciendo el desarrollo reproductivo. El exceso de crecimiento vegetativo, como consecuencia de la aplicación en agua en demasía, aumenta la predisposición de las plantas al vuelco y reduce la producción de flores y su contenido de néctar. Por el contrario, una deficiencia hídrica severa redundaría en un escaso desarrollo vegetativo, baja producción de flores y semillas pequeñas.

En las principales regiones productoras de semilla de alfalfa en el mundo se usan básicamente tres sistemas de riego: surco o inundación, aspersión o goteo. El sistema de riego en surcos requiere de un suelo nivelado, que posibilite una buena distribución del agua y evite la formación de zonas encharcadas que favorecen el desarrollo de enfermedades de raíz y corona. El sistema por aspersión no requiere de suelo nivelado pero la inversión financiera es sensiblemente mayor; además, puede interferir en la polinización. El sistema por goteo (Figura 1) es más eficiente en cuanto al uso del agua y control de malezas, pero demanda una alta inversión inicial; además, la acción de roedores puede dañar los tubos de irrigación.



Figura 1. Grupos de plantas de alfalfa en sistema de riego por goteo.
Foto: Eduardo Echeverría.

11.4 Control de malezas y plagas

Las infestaciones severas de malezas en lotes de producción de semilla de alfalfa pueden reducir significativamente la producción y el resultado económico de la actividad, no sólo por la competencia por luz, agua y nutrientes, sino también por la interferencia en el trabajo de los insectos polinizadores, las complicaciones en la cosecha, el aumento de los costos de producción y las pérdidas durante el procesamiento de la semilla cosechada (DELL' AGOSTINO, 1990; ECHEVERRÍA et al., 1995). La eliminación de las malezas es más simple y económica cuando se lleva a cabo antes de la cosecha de la semilla de alfalfa. Si las malezas tienen la posibilidad de desarrollarse y producir semillas, éstas contribuirán al aumento del banco de semillas del suelo además de que puedan ser recogidas junto con la semilla de alfalfa, exigiendo así su eliminación durante el proceso de limpieza y clasificación. Esto último es una práctica muy difícil, particularmente cuando se trata de semillas de malezas con peso y tamaño similar a los de las semillas de alfalfa.

Un programa racional de control de malezas, tanto en el establecimiento como en cultivos establecidos, debe combinar medidas de prevención con controles culturales, mecánicos y químicos. Una de las medidas más efectivas de prevención es la elección de lotes libres de malezas-problema y con baja o ninguna presencia de malezas perennes.

Si bien el control mecánico es un método económico, su eficacia se restringe al control de malezas anuales. Para llevarlo a cabo se requiere el uso de implementos como rastras de discos, carpidores o cultivadores rotativos, entre otros. Obviamente, un cultivo en hileras distanciadas facilita el empleo del control mecánico. Para decidir el momento y la frecuencia de su uso, el productor debe evaluar tanto el desarrollo del cultivo y de las malezas como el daño que se puede ocasionar a la alfalfa. Por lo tanto, para correr un menor riesgo de daño al cultivo es conveniente que se utilice un tractor de ruedas estrechas. El control mecánico también puede ser útil en la eliminación de plántulas de alfalfa voluntarias provenientes de cultivos anteriores, así como también para mejorar la infiltración del agua de riego en el perfil del suelo (ECHEVERRÍA et al., 1995).

El control con herbicidas selectivos es relativamente efectivo y duradero pero exige un mayor grado de planificación y conocimiento que el requerido para el control mecánico. Moschetti et al. (2007) describieron los herbicidas que se han empleado en la producción de semilla de alfalfa: A - **Preparación del lote:** *glifosato* (2 a 4 l ha⁻¹) para malezas perennes y *paraquat* (500 a 750 g ha⁻¹) para malezas anuales; B - **Establecimiento del cultivo:** a) en pre-siembra incorporados: *trifluralina* (550 a 900 g ha⁻¹) y *EPTC* (2.500-3.000 g ha⁻¹); b) en preemergencia: *metazol* (1500 a 1800 g ha⁻¹) y *flumetsulam* (50 a 70 g ha⁻¹); y c) en postemergencia: i) latifoliadas (dicotiledóneas o de "hoja ancha"): *2,4-DB* (750 a 1.000 g ha⁻¹); *bromoxinil* (350 a 550 g ha⁻¹); y *flumetsulam* (35 g ha⁻¹) o *bentazon* (300 a 500 g ha⁻¹), generalmente combinados con 2,4-DB para controlar malezas poco sensibles o resistentes a este último; ii) gramíneas (monocotiledóneas): *cletodim*, *fenoxaprop-p-etilo*, *fluazifop-p-butilo*, *haloxifop-metil*, *quizalofop-etilo*, *quizalofop-p-etilo* y *setoxidim* (DELL'AGOSTINO, 1990; DELL'AGOSTINO et al., 1987); y C - **Cultivos establecidos:** a) durante el reposo invernal y aplicados en preemergencia de malezas: *diurón* (2.000-2.400 g ha⁻¹), *terbacil* (800 a 1.000 g ha⁻¹), *metribuzin* (550 a 750 g ha⁻¹) y *propizamida* (1.000 a 2.000 g ha⁻¹); y b) en post-emergencia: *2,4-DB*, *bromoxinil*, *flumetsulam* (25 a 35 g ha⁻¹), *imazetapir* (80 a 100 g ha⁻¹), *clorimurón etilo* (5 a 7,5 g ha⁻¹), *bentazon* (300 a 500 g ha⁻¹) y *glifosato* (500 a 1000 g ha⁻¹) aplicado durante los meses sin rebrote activo del cultivo. Todos los productos mencionados anteriormente aún no han sido aprobados en Brasil por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA) para ser usados en alfalfa, pero están indicados en Argentina y otros países de la región.

Especial consideración debe darse para el control de una maleza muy problemática para la producción de semilla de alfalfa: la cuscuta (*Cuscuta* spp.). Esta especie es una planta anual y parásita que suele aparecer en forma de manchones aislados y que, si no se controlan, puede llegar a invadir todo el lote. El control preventivo incluye el uso de semillas sin cuscuta; la limpieza adecuada de maquinaria y vehículos de transporte al final de la cosecha de cada lote; el control de malezas hospedantes en caminos, alambrados y canales de riego, y el no pastoreo de lotes contaminados

(DELL'AGOSTINO, 1990). Cuando aparecen manchones de cuscuta es esencial eliminarlos antes que las plantas florezcan y produzcan semillas. Para ello, el productor debe cortar las plantas de alfalfa parasitadas por debajo del punto de adherencia de la cuscuta, dejarlas secar y luego retirarlas del lote y destruirlas. Otra alternativa es cortar las plantas de cuscuta y quemarlas después de haberse secado. El productor también puede optar por quemar directamente el sector infestado con un lanzallamas o aplicar un herbicida de contacto (*paraquat*) para quemar el área tratada después que se haya secado. En todos los casos es recomendable tratar un área más grande que el manchón que se quiere controlar a fin de evitar la permanencia de plantas parasitadas en el cultivo (DELL'AGOSTINO, 1990). En cuanto al control químico, se pueden utilizar varios productos. El *glifosato*, en dosis muy bajas (75 a 150 g ha⁻¹), permite un control selectivo de la cuscuta cuando ya está adherida al huésped (DAWSON, 1986). En el caso de lotes ya invadidos y con una gran cantidad de semillas de cuscuta en el suelo, los herbicidas *propizamida* (1 a 2 kg ha⁻¹), *trifluralina* (granulada y a dosis muy altas), *cloroprofan*, *pendimetalin* o herbicidas inhibidores del crecimiento de parte aérea y raíces (como la *dinitroanilina*) se han utilizado con éxito en los Estados Unidos en aplicaciones de preemergencia (DELL'AGOSTINO, 1990).

El control de plagas también es muy importante, particularmente de aquellas que atacan las vainas y las semillas, como es el caso de las chinches (*Nezara viridula* y *Piezadorus guildinii*) y de la avisipita de la alfalfa (*Bruchophagus rodii*). Además, se deben controlar otras plagas, como pulgones e isocas, que al alimentarse del follaje debilitan a las plantas y disminuyen la producción de semillas.

11.5 Polinización

Para producir semilla en cantidad y calidad la alfalfa requiere de polinización cruzada (alogamia). La disposición de los órganos florales hace necesario un mecanismo que libere los órganos sexuales (pistilo y estambres) de la parte interna de la flor, actividad que es realizada por varias especies de insectos (MARTÍNEZ, 1987). De este modo, cuando los órganos sexuales de las plantas golpean el abdomen del insecto el estigma entra en contacto con el polen proveniente de otras flores. Mecanismos de auto-incompatibilidad y auto-esterilidad presentes en la alfalfa favorecen la alogamia (VIANDS et al., 1988).

Una polinización deficiente es uno de los factores que más dificultan la producción de semilla de alfalfa. En ausencia de insectos polinizadores la gran mayoría de las semillas provienen de autofecundación, lo que dará origen a plantas con poco vigor que, en consecuencia, generarán cultivos de baja producción de forraje y semilla. Mientras que con autofecundación solamente el 35% de las

flores fecundadas formarán vainas, con polinización cruzada ese porcentaje asciende a 60%. En general, rendimientos de semilla de 50 a 150 kg ha⁻¹ y 1 a 3 semillas vaina⁻¹ son indicativos de un alto nivel de autofecundación. Por el contrario, rendimientos por encima de los 500 kg ha⁻¹ y con hasta 9 semillas vaina⁻¹ indican polinización cruzada (MOSCHETTI et al., 2007).

Las abejas son los insectos de mayor valor como polinizadores de alfalfa. Existen varias especies importantes: abeja melífera (*Apis mellifera*), abeja cortadora de hojas (*Megachile rotundata*) y abeja alcalina (*Nomia melanderi*) (MARBLE et al., 1986). La abeja melífera es la más conocida y la más fácil de manejar, pero no es muy eficiente para desenlazar flores de alfalfa. La abeja cortadora de hojas es mucho más eficiente, pero debe importarse desde Estados Unidos o Canadá, lo que está prohibido en Argentina por no ser una especie nativa. La abeja alcalina es también muy eficiente pero su empleo solo es posible en áreas específicas del Estado de Washington (EE.UU.).

La actividad de las abejas depende de muchos factores, entre ellos: las condiciones ambientales; la proximidad de otras fuentes competitivas de polen; la forma, el tamaño y el color de las flores; y el uso de insecticidas en ese u otros lotes vecinos (MARTÍNEZ et al., 1983). Las bajas temperaturas, los fuertes vientos, el cielo nublado y la lluvia retardan el vuelo de las abejas y dificultan la recolección de polen o néctar (MARTÍNEZ, 1987). También es importante considerar la capacidad de vuelo de cada especie a fin de definir los necesarios aislamientos para evitar contaminaciones.

11.5.1 Polinización con abejas melíferas

En los semilleros de alfalfa las abejas obreras son principalmente recolectoras de néctar (MARTÍNEZ et al., 1983) y si bien visitan las flores rápidamente (alrededor de 14 minuto⁻¹) evitan el mecanismo de desenlace, llegando a fecundar sólo el 1% de las flores visitadas. Por el contrario, las recolectoras de polen –que constituyen del 1 al 5% de la población de la colmena y que trabajan más lentamente (8 flores minuto⁻¹)- desenlazan el 80% de las flores visitadas, lo que hace que polinicen un promedio de 384 flores hora⁻¹ y que sean 45 veces más eficientes como polinizadoras que las recolectoras de néctar (MARTÍNEZ, 1988). Las recolectoras de polen alcanzan su pico de actividad entre los 32 y los 44° C, mientras que las recolectoras de néctar lo hacen entre los 32 y los 35° C (FRANKLIN, 1951).

11.6 Cosecha

Hay dos métodos básicos de cosecha de semilla de alfalfa: a) corte, hilerado y posterior recolección y trilla; y b) cosecha directa, previa aplicación de un defoliante. El primero se utiliza cuando se trabaja con cultivares de maduración tardía que presentan un porcentaje significativo de

vainas inmaduras y una alta proporción de semillas verdes, que terminarán de madurar en la andana (MOSCHETTI; DELL'AGOSTINO, 1982). A su vez, la cosecha directa permite reducir la incidencia de los factores ambientales tales como lluvias, alta humedad relativa (que puede ocasionar semillas ardidas o manchadas) y vientos (que pueden esparcir el material de las hileras) (DELL'AGOSTINO, 1990).

Cuando el corte e hilerado se realiza en condiciones de baja humedad relativa y vientos fuertes, las pérdidas pueden exceder el 50% de la semilla a cosechar (MARBLE, 1976; GOSS et al., 1979). Los desecantes químicos que se usan en la cosecha directa posibilitan un secado rápido y homogéneo del cultivo y disminuyen los riesgos que se asumen con el secado natural.

Si se emplea el sistema de hilerado, el cultivo debe ser cortado cuando cerca del 70% de las vainas presentan una coloración marrón oscura, pero antes que comiencen a abrirse. La operación debe ser hecha durante las horas del día con mayor humedad ambiente o cuando las hojas están humedecidas por efecto del rocío (STANGER; THORP, 1974). La semilla está lista para ser trillada cuando el grado de humedad del follaje oscila entre 12 y 18% (BUNNELLE et al., 1954). Bajo condiciones óptimas de trabajo, las pérdidas en la barra de corte de la corta-hileradora no deben superar los 10 kg ha⁻¹.

Para la implementación del sistema de cosecha directa, el desecante químico debe aplicarse cuando al menos el 80-85% de las vainas presentan un color marrón oscuro. Para una aplicación más eficiente del desecante, las plantas deben presentar un crecimiento abierto y erecto y el contenido de humedad del suelo debe ser bajo, a fin inhibir el rebrote desde la corona (MARBLE, 1976). Si el cultivo es muy denso y presenta abundante follaje, o si está muy enmalezado, es más eficaz efectuar dos aplicaciones separadas 2-4 días una de otra (MOSCHETTI; DELL'AGOSTINO, 1979). Para evitar pérdidas por dehiscencia (apertura de vainas), la cosecha debe iniciarse cuando el tenor de humedad de las hojas y las vainas se sitúa en el rango de 15-20% o de alrededor del 50% en los tallos. En áreas con altas temperaturas la cosecha debe realizarse 3-5 días después de la aplicación del desecante, mientras que en áreas con temperaturas más bajas pueden ser necesarios entre 5 a 12 días (MARBLE, 1976). Si la maquinaria de trilla está bien regulada, las pérdidas de cosecha raramente pasan los 10-20 kg ha⁻¹ (GOSS et al., 1977 y 1979).

Los desecantes químicos o defoliantes son productos de contacto que no se translocan en la planta ni afectan el sistema radicular o la corona. Su efecto es temporario y por lo tanto no afectan el rebrote posterior de la alfalfa. Los más usados son **diquat** y **paraquat**, en dosis de 1 a 4 l ha⁻¹ de producto formulado, con un volumen de agua no menor a 100 l ha⁻¹ en aplicaciones terrestres y 20-25 l ha⁻¹ en aplicaciones aéreas. Se recomienda el agregado de un mojante no iónico al 0,10% o

0,50%. La efectividad de estos productos se ve incrementada cuando la aplicación es sucedida por un período de horas sin luz (fin de la tarde) que favorece una mayor penetración del producto en las plantas (MOSCHETTI; DELL'AGOSTINO, 1990). Si bien la aplicación de desecantes químicos no afecta la calidad ni el valor cultural de la semilla de alfalfa (MOSCHETTI; DELL'AGOSTINO, 1990), puede ocasionalmente aumentar la proporción de semillas duras (NAVARRETE, 1967). En la mayoría de los casos, para una mayor seguridad de cosecha y una disminución de las pérdidas, el uso de desecantes químicos es económicamente viable a pesar de su precio relativamente elevado.

Durante la cosecha es necesario regular cuidadosamente la maquinaria, especialmente la cosechadora, a efectos de evitar pérdidas elevadas en cantidad y calidad de semilla de alfalfa (STEPHEN; MOSCHETTI, 1976).

Referencias

BRASE, R. J. Growing alfalfa seed on a perched water table. In: ALFALFA SEED PROD.SYMPOSIUM, 1987, Fresno. **Proceedings...** Fresno: University of California, 1987. Coop. Ext., p. 49-51.

BUNNELLE, P. R.; JONES, L. G.; GOSS, J. R. Seed harvest some grass and legume **Crops. Agr. Eng.** v.35, p. 554-558, 1954.

CABRAL, D. R.; PEREYRA, J. A.; OCHOA, M. A. **Alfalfa. Producción de semillas.** Buenos Aires: INTA - Dirección Regional Mendoza, 1985. 24 p. (Folleto, 78).

CULOT, J. P. H. Nutrición mineral y fertilización en el ambiente de la Región Pampeana. In: BARIGGI, C.; ITRIA, C. D.; MARBLE, V. L.; BRUN, J. M. (Ed.). **Investigación, Tecnología y Producción de Alfalfa.** Buenos Aires: INTA, 1986. p. 81-117.(Colección Científica).

DÍAZ ZORITA, M.; GAMBUADO, S. Fertilización y encalado en alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina.** Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. Cap. 11, p.227-246.

DARWICH, N. Fertilización de Praderas. In: CONGRESO MUNDIAL SOBRE PRODUCCIÓN, UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FORRAJES EMPLEADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE LA GANADERÍA VACUNA – Forrajes, 1992, Buenos Aires - **Anales.** Buenos Aires, 1992. p. 77-86.

DAWSON, J. H. Dodder control in alfalfa. In: ANNUAL CALIFORNIA WEED CONFERENCE, 38., 1986. **Proceedings...** Fresno: University of California, 1986. p. 149-153.

DELL' AGOSTINO, E. **Control de malezas en el cultivo de alfalfa para semilla.** In: Primeras Jornadas de Producción de Semilla de Alfalfa. Mendoza: INTA-Centro Regional Cuyo, 1990. p. 68-72. (Agro de Cuyo – Jornadas, 2).p. 68-72.

DELL' AGOSTINO, E.; MOSCHETTI, C. J.; MARTINEZ, E. M. **Producción de semilla de alfalfa en el valle bonaerense del Río Colorado.** Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1987. 10 p. (Boletín de Divulgación, 8).

ECHEVERRÍA, E. M.; MOSCHETTI, C. J.; MARTÍNEZ, E. M. 1995. Producción de semilla de alfalfa. In: HIJANO, E.; NAVARRO, A. (Ed.). **La Alfalfa en la Argentina.** Buenos Aires: INTA, 1995. (Sub-Programa Alfalfa. Enciclopedia Agro de Cuyo, Manuales 11). Cap. 11, pp. 207-238.

ECHEVERRÍA, E. M. 1993. **Determinación del potencial de semilla de cultivares de alfalfa.** In: IV Jornadas Nacionales de Alfalfa y I Simposio Nacional de Alfalfa. Resúmenes. Villa María, Córdoba, Argentina. Octubre 20-22, pp. 57-58.

FICK, G. W.; HOLT, D. A.; LUGG, D. G. Environmental physiology and crop growth. In: HANSON, A.

- A.; BARNES, D.K.; HILL, R.R. (Ed.). **Alfalfa and Alfalfa Improvement**. Madison: ASACSSA-SSSA. 1988. Cap. 5, p. 163-194 (Agronomy Series, 29).
- FRANKLIN, W. W. **Insects affecting alfalfa seed production in Kansas**. Kansas: Kansas Agric. Exp. Station, 1951. 70 p.
- GOPLEN, B. P. Row spacing for alfalfa seed production. **Agric. Canada Res. Branch. Forage Notes** v. 21, n. 1, p. 6, 1976.
- GOPLEN, B. P. Wide row spacing for alfalfa seed production is important. **Agric. Canada Res. Branch. Forage Notes** v.13, p. 20, p. 18-19, 1975.
- GOSS, J. R.; KUMAR, R.; SHEESLEY, R.; CURLEY, R. G. Improvement of harvesting alfalfa seed in California. In: ALFALFA SEED PROD. SYMPOSIUM, 1977, Fresno. **Proceedings...** Fresno: University of California. Coop. Ext., 1977. p. 24-33. 180 181
- GOSS, J. R.; SHEESLEY, R.; KUMAR, R.; MEHLSCHAU, J. J. Harvest equipment innovations for saving alfalfa seed. In: ALFALFA SEED PROD. SYMPOSIUM, 1979, Fresno. **Proceedings...** Fresno: University of California. Coop. Ext., 1979. p. 24-33.
- HACQUET, J. La Luzerne Porte-graine. **Bulletin Semences**, n. 94 (Suppl. 1), p. 1-28, 1986.
- HART, R. H. Spacing and competition among high and low yielding clones of alfalfa. **Can. J. Plant Sci.**, v. 60, p. 1157-1162, 1980.
- HONDA, C.S.; HONDA, A. M. **Cultura da Alfafa**. 2. Ed. Cambará: IARA Artes Gráficas, 1999. p. 45-46.
- MARBLE, V. L. Management of alfalfa for seed production. In: INTERNATIONAL SEED CONFERENCE, 1987, Tune. **Abstracts...** Tune, Denmark, 1987. 5 p.
- MARBLE, V. L. Manejo del cultivo de alfalfa para producción de semilla. In: SIMPOSIO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALFALFA. **IDIA**, n. 391-392, p. 6-23, 1980.
- MARBLE, V. L. **Producing alfalfa seed in California**. Los Angeles: University of California, Div. of Agr. Sci., 1976. 16 p.
- MARBLE, V. L.; OCHOA, L. H.; MOSCHETTI, C. J. Producción de semilla de alfalfa. In: BARIGGI, C.; ITRIA, C. D.; MARBLE, V. L.; BRUN, J. M. (Ed.). **Investigación, Tecnología y Producción de Alfalfa**. Buenos Aires: INTA, 1986. Cap. 11, p. 371-442. (Colección Científica).
- MARTINEZ, E. M. 1987. **Polinización**. Conceptos básicos para productores de semilla y apicultores del V.B.R.C. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1987. 8 p. (Boletín de Divulgación, 9).
- MARTINEZ, E. M. **Polinización de alfalfa (*Medicago sativa* L.): Utilización de abeja melífera (*Apis mellifera* L.)**. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1988. (Hoja Informativa, 8), 5 p.
- MARTINEZ, E. M.; GARCIA, J. M.; BARBOSA, M.; AGUIAR, M. T. **Estudio del aporte polinífero en colmenas como método para evaluar la incidencia de la floración competitiva en un cultivo de alfalfa para semilla**. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1983. 15 p. (Informe Técnico, 25)
- MOSCHETTI, C. J.; DELL'AGOSTINO, E. **La cosecha directa de semilla de alfalfa**. Buenos Aires: INTA - EEA Hilario Ascasubi, 1990. 4 p. (Hoja Informativa, 16).
- MOSCHETTI, C. J.; DELL'AGOSTINO, E. **La cosecha de semilla de alfalfa**. Revisión Bibliográfica. Buenos Aires: INTA EEA Hilario Ascasubi, 1982. 13 p. (Informe Técnico, 24).
- MOSCHETTI, C. J. y E. DELL'AGOSTINO. 1979. El uso de desecantes en la cosecha de semilla de alfalfa. INTA - EEA Hilario Ascasubi (Argentina). **Boletín Técnico**. N° 18, 12 p.
- MOSCHETTI, C. J.; MARTÍNEZ, E. M.; ECHEVERRÍA, E. M.; ÁVALOS, L. M. Producción de semilla de alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 405-448.

- NAVARRETE, S. E. **Usos de desecantes en producción de semilla de trébol rosado.** Santiago: Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Chile, 1967, 42 p.
- OCHOA, L. H. La producción de semilla de alfalfa en la Provincia de Santiago del Estero. In: SIMPOSIO DE PROD. DE SEMILLA DE ALFALFA. **IDIA**, n. 391-392, p. 78-87, 1980.
- RINCKER, C. M.; MARBLE, V. L.; BROWN, D. E.; JOHANSEN, C. A. Seed Production Practices. In: HANSON, A. A.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and Alfalfa Improvement.** Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1988. p. 985-1021. (Agronomy Series, 29).
- RINCKER, C. M.; JOHANSEN, C. A.; MORRISON, C. A. Alfalfa Seed Production in Washington. Bellingham: Washington State University, Coop. Ext., 1987. 12 p. 181 182
- SMITH, D. L.; MELTON, B. A. **Alfalfa seed productions studies.** New Mexico: New Mexico Agric. Exp. Sta., 1967. 12 p. (Bull. 516).
- STANGER, W.; THORP, R. W. **Honey bees in alfalfa pollination.** Los Angeles: California University Coop. Ext., 1974. 4 p. (AXT 228).
- STEPHEN, W. P.; MOSCHETTI, C. J. **La cosecha de semilla de alfalfa.** Proyecto Programa Alfalfa. Buenos Aires: FAO-INTA, 1976. pp. 6-19. (Boletín, 1).
- VIANDS, D. R.; SUN, P.; BARNES, D. K. Pollination Control: Mechanical and Sterility. In: HANSON, A. A.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed). **Alfalfa and Alfalfa Improvement.** Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1988. cap. 30, p. 931-960. (Agronomy Series, 29).