

CAPÍTULO 15

Producción de semilla de alfalfa

Eduardo M. Echeverría,
Carlos J. Moschetti,
Enrique M. Martínez
y Daniel H. Basigalup

Introducción

La producción de semilla de alfalfa en la Argentina ha sido generalmente de importancia secundaria por ser uno de los subproductos de la producción de forraje. En consecuencia, el mercado nacional, en gran parte, se ha abastecido en forma irregular de una producción de semillas aleatoria, de bajos rendimientos y de usualmente baja calidad. La mayoría de las áreas donde la alfalfa puede ser cultivada con éxito para la obtención de forraje no son precisamente las adecuadas para una eficiente producción de semilla.

Durante años, la producción de semilla como tal no fue comprendida en su totalidad. En las últimas dos décadas, las investigaciones y experiencias realizadas han permitido identificar los factores más relevantes que influyen en sus rendimientos. Esta situación junto a la existencia de un importante mercado demandante de semilla de calidad y de cultivares reconocidos determinan que el país necesite imperiosamente contar con una industria especializada en este rubro, que acompañe a su vez el desarrollo de la actividad pecuaria.

Las diferencias en clima y suelo así como las variaciones en infraestructura y tradición agropecuarias que se presentan en nuestro país requieren de la aplicación de sistemas de producción de semilla adaptados a cada situación específica. A lo largo de este capítulo se discutirán los conceptos técnicos básicos que deben tenerse en cuenta para una adecuada producción de semilla de alfalfa, los que en muchos casos deberán ajustarse a las particularidades zonales o regionales.

Producción de semilla como industria especializada

Cuando se desean altos rendimientos la producción de semilla debe considerarse como una industria especializada, separada totalmente de la producción de forraje (Marble, 1987). Un análisis de la evolución de la industria de la semilla de alfalfa en EE. UU. es válido para una mejor comprensión de esta situación.

Antes de la década de 1940, el 80 % de la semilla estadounidense se producía en regiones subhúmedas y semiáridas que, como subproducto

del heno, coincidían con las áreas de producción y consumo de forraje. Durante esta etapa, la oferta de semilla estuvo sujeta a la demanda de forraje, a la ocurrencia de condiciones climáticas favorables para la producción de semilla, al ataque de insectos perjudiciales y a la ausencia de un sistema de mercado organizado. Entre 1940 y 1958, los aportes de la investigación y de los programas de mejoramiento originaron nuevas variedades y prácticas de manejo, lo que incrementó la producción forrajera y generó una mayor demanda de semilla de calidad genética y física. Una abrupta transformación se inició en 1945, cuando los productores de California, Nevada, Oregon, Idaho y Washington, concentrados en áreas ecológicamente aptas, comenzaron a especializarse en la producción de semilla de alfalfa.

El grado de evolución que alcanzaron fue tal que en 1975 ya producían el 85 % del mercado nacional. Todo esto fue consecuencia de la introducción de nuevas variedades, del desarrollo de novedosas y específicas tecnologías en el manejo de los cultivos –principalmente el uso de polinizadores– y de la organización de los productores en compañías capaces de procesar y comercializar sus semillas (Hijano, 1993; Itria y Bariggi, 1980; Marble *et al.*, 1986; Olmstead *et al.*, 1987; Smith, 1988).

En Argentina, la existencia de un mercado que en 2018 consumió un total aproximado de 4.700 t año⁻¹ de semilla fiscalizada, cantidad de la que cerca del 50 % provenía de la importación, indica claramente que el desarrollo de una industria especializada no solo es posible, sino también necesaria. Esta actividad, al exigir una tecnología específica y compleja, requiere de productores con un determinado grado de especialización y de empresas que se “dediquen” a la industria de la semilla. Hasta mediados de la década de 1990, la semilla de origen nacional presentaba serias deficiencias en cantidad y calidad (Cragnaz, 1990; Dell’Agostino, 1993). Durante los últimos años, como consecuencia de la información técnica disponible, las normas legales vigentes y la mayor selectividad de la demanda, la semilla fiscalizada producida en el país ha mejorado en cantidad y calidad. No obstante, aún reviste cierta importancia el volumen de semilla que se produce y se comercializa en forma ilegal y que se conoce con el nombre de “bolsa blanca”.

Áreas de producción en la Argentina

Tradicionalmente, cerca del 70 % de la superficie nacional dedicada a producción de semilla de alfalfa se ha ubicado en áreas de secano, como alternativa de la producción de forraje. En ese marco, los rendimientos han sido muy bajos y la calidad de la semilla generalmente pobre.

En Argentina, la superficie cultivada con alfalfa –tanto en pasturas mono como polifíticas– asciende actualmente a un poco más de tres millones de hectáreas. Las necesidades anuales de semilla se estiman en función de la tasa de renovación anual de las pasturas y de la densidad de siembra utilizada en cada área. Durante el período 2015-2017, los volúmenes de importación de semilla promediaron las 2.748 t año⁻¹ de semilla desnuda (que pildorada o “peleteada” se convirtieron en unas 4.120 t), mientras que la media de producción nacional de semilla fiscalizada pildorada rondó las 1.906 t año⁻¹. La combinación de las dos cifras anteriores hizo un promedio de semillas fiscalizada cercano a las 6.000 t año⁻¹. Como se señalara anteriormente, se suma a esto una considerable cantidad de semilla ilegal (“bolsa blanca”), estimada hace un tiempo en 900 a 1.200 t año⁻¹ (Basigalup *et al.*, 2007).

La oferta mundial de semilla de alfalfa viene registrando cambios importantes desde fines de los 90, basados principalmente en una marcada disminución de la producción en algunas zonas de EE. UU. Esta situación se ha visto en parte atenuada por el incremento de la producción en otras regiones, como por ejemplo Australia, pero sin llegar a compensar esa menor disponibilidad de semilla a nivel global. Esta situación se ha visto agravada por el aumento de la superficie cultivada con alfalfa en otros países, tales como México, Sudáfrica y –al menos hasta unos pocos años atrás– Arabia Saudita.

La creciente demanda de semilla de cultivares reconocidos que se ha observado desde mediados de la década de 1990 no constituye, por sí sola, un factor determinante para el desarrollo de una industria eficiente en aquellas áreas con elevado potencial productivo. El país ofrece posibilidades muy variables, condicionadas no solo por el suelo y el clima, sino también por muchos otros factores: la polinización, el manejo del cultivo, las prácticas de cosecha, la disponibilidad y el manejo del agua de riego,

la carencia o no de infraestructura adecuada, etc. (Cragnaz, 1990). En la Figura 1 se identifican las áreas productoras de semilla en el país, indicando en cada una el potencial productivo que podría esperarse.

Cuando se considera el país en forma global, el valor promedio de 150 kg ha^{-1} indica que los rendimientos reales difieren considerablemente de los potenciales, con los rindes más altos en zonas áridas bajo riego y con escasas precipitaciones estivales. Si se observa cada provincia en particular, y con más detalle zonas determinadas dentro de algunas de ellas, es posible encontrar áreas de producción que se destacan por su mayor potencial (Marble *et al.*, 1986): más de 500 kg ha^{-1} en Catamarca (Amorena, 1993), San Juan (Echeverría, 1993a; Echeverría, 1993b), Santiago del Estero, Salta y La Rioja (Ochoa, 1980); y alrededor de 400 kg ha^{-1} en Mendoza, Choele Choel y el Valle Inferior del Río Colorado (Marble *et al.*, 1986). En San Juan, por ejemplo, ha sido posible obtener rendimientos de 1.000 kg ha^{-1} a nivel de producciones comerciales, y donde rendimientos de 500 kg ha^{-1} son relativamente fáciles de conseguir si se siguen ciertas pautas de manejo y se aplica la tecnología disponible. No obstante, los rendimientos promedio de la provincia no superan los 220 kg ha^{-1} (Echeverría, 1993b; Echeverría y Cerezo, 1990).

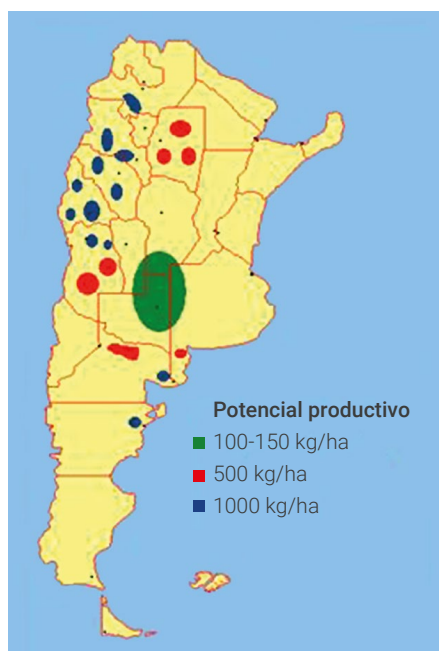


Figura 1. Ubicación y rendimientos potenciales de las áreas productoras de semilla de alfalfa en Argentina.

Las diferencias significativas entre los rendimientos potenciales y los reales se pueden explicar por el mal manejo de muchos de los factores que afectan a la producción de semilla. Exceptuando las condiciones climáticas, el productor de semilla puede controlar, en gran medida, muchos de los factores biofísicos (biológicos y de manejo) y socioeconómicos. Entre los factores biofísicos, pueden citarse como ejemplos la elección de la variedad –que debe ser reconocida y de buena aptitud semillera–, un adecuado control de malezas e insectos perjudiciales, la disponibilidad y el manejo de polinizadores [abejas melíferas o megachiles (*Megachile rotundata*) o polinizadores naturales], oportuna realización de las labores culturales, la utilización de maquinaria apropiada y el manejo adecuado del suelo y del riego. Entre los factores socioeconómicos, pueden incluirse la falta de conocimientos en el manejo ideal del cultivo, la ausencia de “tradición y mentalidad” semillera en este tipo de cultivos, la no disponibilidad de insumos (herbicidas, insecticidas, etc.) y de maquinaria apropiada en los momentos precisos, la falta de definición acerca del sistema apropiado de multiplicación más conveniente a cada realidad, la inestabilidad en la oferta de semilla, etc. La consideración de estos factores debe ser de relevancia para obtener un significativo aumento en los rendimientos actuales (Echeverría, 1993b).

Para muchos de los factores arriba mencionados, el país ya cuenta con suficiente información y experiencia sobre su empleo exitoso a nivel de productor. Para otros, si bien se dispone de información calificada sobre su uso, aún no se ha logrado una difusión masiva. Tal es el caso de la polinización con megachiles, donde el alto costo de implementación y el requerimiento de un manejo especializado han dificultado su adopción por parte de los productores. Para solucionar esto, una empresa privada ofrece el servicio de polinización con este insecto en el Valle Inferior del Río Colorado. No obstante, su utilización en el país se ha visto dificultada en los últimos años porque –al tratarse de una especie exótica– su importación desde EE. UU. y Canadá ha sido prohibida por los organismos nacionales competentes ante el eventual impacto ambiental que podría ocasionar su introducción.

El estudio del comportamiento de *M. rotundata* y su uso en la producción de semilla de alfalfa comenzaron en el país en 1975, a través del

Proyecto FAO-INTA 75/006. En la década de 1980, CORFO Río Colorado (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado), con asiento en Pedro Luro (Bs. As.), apoyó el programa “Manejo de Megachiles” e introdujo al país una importante cantidad de celdas de esta abeja. Posteriormente, en la década de 1990, algunas cooperativas y semilleros privados, interesados por los altos rendimientos obtenidos con el uso de este polinizador, y a través del INTA y de otros organismos nacionales, importaron millones de celdas para ser utilizadas no solo en la zona de CORFO, sino también en Tinogasta (Catamarca); Mendoza; 25 de Mayo (La Pampa); General Conesa (Río Negro) y Salta. En aquel entonces, para la importación de estos insectos bastaba con un certificado oficial de inspección sanitaria del país de origen (mayoritariamente Canadá), que era oportunamente solicitado por la empresa proveedora de esos materiales. Algunos años después, se hizo intervenir al IMYZA-INTA en Castelar para constatar, mediante una cuarentena, el estado del material introducido.

Es importante señalar que la especie *M. rotundata* no solo se ha naturalizado en Argentina, sino que también existen especies autóctonas del género *Megachile* en distintas zonas del país. En consecuencia, es válido inferir que los enemigos naturales más comunes –entre los que se cuentan parásitos, enfermedades y predadores– ya están presentes en los hábitats naturales o en las áreas de uso comercial de estas abejas. A lo largo de todos estos años de uso de megachiles, si bien carentes del necesario rigor científico, no se han determinado posibles daños ambientales motivados por el uso de este insecto ni tampoco se han observado impactos negativos evidentes en fauna y flora de distintas regiones. Tampoco se han registrado comentarios adversos respecto a competencia de los megachiles con la industria apícola. Utilizando esta información empírica, se está tratando de que la prohibición que pesa sobre la importación de *M. rotundata* sea revisada, a fin de favorecer la producción nacional de semilla de alfalfa. Esta medida también podría contribuir a disminuir la deriva de polen desde alfalfas transgénicas, habida cuenta del significativamente menor radio de vuelo del megachile comparado con el de la abeja melífera.

Requerimientos climáticos

El clima determina la distribución exitosa de la producción comercial de semilla de alfalfa en las diferentes regiones del mundo y es el factor más importante para definir la potencialidad de rendimiento de una zona (Dell' Agostino *et al.*, 1987; Marble *et al.*, 1986). En ese sentido, mientras que la disponibilidad de riego y de un verano seco, con días calurosos y soleados inciden positivamente en la producción de semilla, las precipitaciones estivales la reducen seriamente (Rincker *et al.*, 1987). Las condiciones climáticas que favorecen la producción de semilla son:

- a) un período de crecimiento de por lo menos 150 días;
- b) temperaturas promedio de 24-25 °C durante el día y más de 18 °C en la noche a lo largo del período de floración;
- c) aire relativamente seco (< 50 % de HR), tanto en el día como en la noche, durante el momento de floración;
- d) alta heliofanía y ausencia de vientos fuertes durante la floración, con un mínimo de días nublados y frescos;
- e) días largos, con un mínimo de 14 horas de luz; y
- f) una distribución de lluvias o riegos que provea de la adecuada humedad al suelo para promover un crecimiento vegetativo temprano y una reducción gradual de la humedad edáfica a partir del momento de la floración.

Estas características rigen la producción en regiones áridas y semiáridas, donde se alcanzan los rendimientos promedio más altos y se concentra la producción comercial de semilla de alfalfa en el mundo (Marble *et al.*, 1986). En zonas con alta humedad atmosférica y lluvias frecuentes en los períodos de maduración y cosecha, se obtienen rendimientos bajos, del orden de 50 a 150 kg ha⁻¹. En climas áridos, donde se puede controlar el riego, la producción puede llegar a 1.000 kg ha⁻¹ o aun más. En zonas semiáridas, con lluvias en la época de cosecha, los rendimientos son significativamente más bajos (Echeverría, 1993a; Marble *et al.*, 1986). Es importante mencionar que una lluvia de tan solo 5 mm puede provocar pérdidas de semilla por dehiscencia de vainas, mientras que lluvias de 10 a 20 mm pueden producir pérdidas impor-

tantes, de hasta 75 %, si la semilla está seca y lista para ser cosechada (Marble, 1987; Marble, 1980).

Si bien la alfalfa es una especie de día largo, no es completamente sensible al fotoperíodo, existiendo considerables diferencias entre genotipos. 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 horas de luz, con alta intensidad luminosa y temperaturas mínimas por encima de 20 °C (Fick *et al.*, 1988; Hacquet, 1986; Mable *et al.*, 1986). La duración del día afecta el número de días entre floraciones sucesivas, decreciendo de 38 a 28 y de 28 a 24 días con un incremento de la duración de luz de 12 a 14 y de 14 a 16 horas, respectivamente (Marble *et al.*, 1986). La luz y la temperatura condicionan no solo el desarrollo de las inflorescencias y la fertilidad del polen y de los óvulos, sino también la actividad de los polinizadores, la fecundación, el desarrollo embrionario y el crecimiento y la maduración de las vainas (Hacquet, 1986). Hely y Zorin (1977) observaron que en algunos genotipos el aumento de temperatura y la disminución de la humedad relativa incrementaban el desenlace floral. Además, las altas temperaturas durante la formación de la semilla aumentan la proporción de semillas duras y podrían afectar también su vigor (Fick *et al.*, 1988). Situaciones climáticas extremas, como por ejemplo el viento zonda en San Juan y Mendoza, pueden afectar los procesos de floración.

Se debe tener en cuenta que si el ambiente favorece el crecimiento vegetativo, de manera que no se alcancen las condiciones para la iniciación del proceso reproductivo, tanto la formación de flores como la producción de semilla se verán reducidas. En condiciones de campo, las plantas de alfalfa no se transforman de completamente vegetativas en completamente reproductivas, sino que ambos estados se desarrollan en forma conjunta (Marble *et al.*, 1986).

Requerimientos de suelo

La alfalfa tiene una considerable tolerancia a la sequía, a la salinidad y al frío, adaptándose a un amplio rango de condiciones climáticas (Mar-

ble *et al.*, 1986). No obstante, para alcanzar un óptimo de producción requiere suelos bien drenados, con bajo contenido de álcalis y sales solubles, y de una profundidad de más de 1 m. La falta de drenaje y el exceso de humedad en el suelo son considerados factores adversos para la producción de semilla, por favorecer un excesivo desarrollo vegetativo y producir muerte de plantas por asfixia radicular y por desarrollo de enfermedades de raíz (Cabral *et al.*, 1985).

La salinidad es un problema en muchas de las áreas productoras de semilla bajo riego. La alfalfa es considerada como moderadamente tolerante a la concentración de sales en el suelo en sus primeros estados, aumentando su resistencia a los cloruros a medida que completa su desarrollo (Smith *et al.*, 1982).

Por su mejor capacidad de retención de agua, son preferibles los suelos arcillosos, arcillo-limosos o franco-arcillo-limosos a los arenosos. Se deben evitar suelos extremadamente arenosos, gravillosos y los que poseen una capa arcillosa endurecida a poca profundidad (Marble, 1987; Marble *et al.*, 1986). Una textura uniforme en todo el perfil permitirá asegurar una retención equilibrada de humedad, lo que favorece un activo crecimiento de las plantas durante un largo período y un secado rápido y uniforme antes de la cosecha (Marble, 1987; Marble *et al.*, 1986; Rincker *et al.*, 1988).

La producción de semilla en suelos escasamente irrigados puede tener éxito si estos están bien aireados y tienen por lo menos 1 m de profundidad, si la napa freática no es fluctuante, y si se presta especial cuidado en incrementar la eficiencia de las prácticas de riego y manejo (Marble, 1987; Marble *et al.*, 1986; Rincker *et al.*, 1988). En San Juan se obtuvieron rendimientos de 1.100 kg ha⁻¹ en suelos franco-arenosos, bien drenados y con una napa freática estable a una profundidad de 1,80 a 2,00 m. En esos casos, una vez establecido el cultivo, son suficientes 4 a 5 riegos en el año de implantación, sin requerimientos adicionales durante el ciclo, dado que las raíces extraen sus requerimientos de agua de la napa. Brase (1987) también ha descrito experiencias exitosas de producción de semilla en California, en suelos con napa freática a 1,80 m y con manejo del riego y del cultivo muy cuidadosos.

Aunque generalmente con rendimientos menores que en áreas bajo riego, la producción de semilla también puede hacerse bajo condiciones

de secano, en suelos profundos (≥ 2 m), que presenten una alta capacidad de retención de humedad y en áreas con precipitaciones anuales por encima de los 300-380 mm (Marble, 1980; Marble *et al.*, 1986; Rinker *et al.*, 1988).

Establecimiento del cultivo

Elección y preparación del suelo

El primer criterio para la elección del lote para sembrar se basa en las características edáficas, que –en la medida de lo posible– deben aproximarse al ideal descrito en la sección anterior. Deben descartarse aquellos lotes que presenten serios problemas de suelo. En segundo lugar, debe considerarse la presencia de malezas problemáticas, como la cuscuta (*Cuscuta* sp.), el gramón (*Cynodon dactylon* L.), el pasto puna (*Stipa brachychaeta* G.), el sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L.), la enredadera (*Polygonum convolvulus* L.), el trébol de olor (*Melilotus* sp.), etc. La presencia importante de alguna de las malezas mencionadas, como la cuscuta, debería ser motivo suficiente para buscar otro lote. Otras malezas pueden ser perfectamente controladas antes de la siembra, como es el caso del sorgo de Alepo.

Por un lado, el concepto del aislamiento, definido como la distancia o separación de cultivos contiguos de alfalfa, es otro factor importante para considerar en la elección de un lote, debiendo armonizarse con los multiplicadores vecinos a fin de evitar problemas de contaminación. Este aspecto es contemplado, con más detalle, en la sección Normas de Fiscalización para la Producción de Semilla de Alfalfa de este mismo capítulo. Por otro lado, la desregulación en el país de variedades transgénicas de alfalfa en 2018 plantea la necesidad de establecer mayores distancias de aislamiento, en función del tipo de polinizador predominante en los lotes, a fin de evitar la presencia indeseada de estos eventos –a través de la deriva génica ocasionada por polen– en lotes de semillas convencionales o “no OGM” (organismos genéticamente modificados), como comúnmente se las denomina.

Las prácticas de preparación de suelo no solo deben ofrecer una cama de siembra fina y firme, sino que deben hacerse con la suficiente antelación

para posibilitar un barbecho apropiado. Las capas duras que pudieren existir (pisos de arado, horizontes densificados, etc.) deben destruirse con labores profundas antes de iniciar la preparación definitiva.

En áreas bajo riego, la adecuada sistematización del lote es de enorme relevancia. Una pendiente de alrededor de 0,2-0,52 % facilitará la uniforme distribución del agua e impedirá el encharcamiento. La pendiente debe definirse en función del relieve, la textura y profundidad del suelo y la longitud de la unidad de riego. Riegos con 0 % de pendiente pueden dificultar la aplicación de una lámina baja a intervalos cortos o favorecer el encharcamiento en suelos pesados.

Época de siembra

En la mayoría de las zonas aptas para la producción de semilla, la época de siembra apropiada es el otoño: fines de febrero-principios de abril en el Valle Inferior del Río Colorado (Dell' Agostino *et al.*, 1987), mediados de marzo-fines de abril en el Valle de Tulum (San Juan) y fines de marzo-fines de mayo en Santiago del Estero (Ochoa, 1980). En las zonas de temperaturas muy bajas en el invierno, como los valles precordilleranos de San Juan y Mendoza, la siembra debe efectuarse a fines del verano o bien demorarse hasta la primavera, cuando el peligro de heladas severas haya pasado.

Un cultivo sembrado temprano en el otoño podrá producir semilla en el año de implantación, con rendimientos similares a los de años posteriores, cuando el cultivo ya esté establecido (Rincker *et al.*, 1987). Por el contrario, las siembras de primavera producirán cultivos de bajos rendimientos en el año de implantación; por ello, esta práctica se recomienda únicamente para las áreas donde las malezas de invierno ofrecen excesiva competencia, las temperaturas invernales permanecen bajo cero durante períodos prolongados o las excesivas lluvias invernales dificultan el establecimiento del cultivo (Bolton, 1956; Kolar y Torell, 1970; Kolar *et al.*, 1968; Marble, 1987; Marble, 1980).

Densidad de siembra

Las dosis de semilla utilizadas en semilleros de alfalfa deben ser considerablemente más bajas que las empleadas en siembras para la

producción de forraje. Existe abundante bibliografía que demuestra la ventaja de usar bajas densidades de siembra en los cultivos destinados a la producción de semilla. En Utah se demostró la conveniencia de usar $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ respecto de densidades superiores a 13 kg ha^{-1} , con distancias entre hileras de 0,20, 0,60 y 1,20 m (Orloff *et al.*, 1989). En California, las densidades varían entre $0,3$ y 2 kg ha^{-1} , utilizando sembradoras de precisión que permiten depositar 3 a 4 semillas cada 0,15 o 0,30 m en hileras distanciadas a 0,75-1,0 m (Marble, 1976). En Washington, una adecuada densidad de plantas fue obtenida con densidades de siembra de $0,5$ a 1 kg ha^{-1} y Rincker *et al.* (1987) señalaron que con densidades de $0,25$ a $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ se obtuvieron rendimientos por encima de 1.000 kg ha^{-1} . En nuestro país, en las zonas de riego de Cuyo y del NOA, se recomienda sembrar no más de 1 kg ha^{-1} en hileras distanciadas 0,70-1 m, dependiendo fundamentalmente del tipo de sembradora que se utilice. En el Valle Inferior del Río Colorado, la densidad de siembra aconsejada es de 1 a 2 kg ha^{-1} en hileras separadas a 0,50-0,75 m (Figura 2) (Dell'Agostino *et al.*, 1987; Moschetti y Dell'Agostino, 1980).

Las densidades de siembra de $0,5$ a 1 kg ha^{-1} son suficientes para establecer entre 5 y 10 plantas cada 0,30 m de hilera, cuando las hileras están distanciadas entre sí a 0,90-1 m (Marble, 1987). Si bien la mayoría de las sembradoras comunes pueden ser modificadas para sembrar bajas densidades, es más recomendable la utilización de sembradoras de precisión (tipo Stanhay, Planet, etc.). La siembra puede hacerse con sistema de camellones (o surcos) o en plano, dependiendo la elección de cada uno de las características del suelo, del tipo de sembradora a utilizar y del sistema de riego disponible.



■ **Figura 2.** Siembra de alfalfa con sembradora de precisión.

La profundidad óptima de siembra no debe exceder los 1,5-2 cm de profundidad en suelos franco-arenosos y los 0,6-1,5 cm en suelos francos o franco-arcillosos. A profundidades de 2,5 a 3,5 cm la emergencia se reduce significativamente, y es casi nula a partir de los 5 cm (Sheesley y McClellan, 1978). La siembra profunda incrementa el número de días hasta la emergencia, lo que aumenta los riesgos de pérdida de plantas por tiempo desfavorable, invasión de malezas y planchado de suelo (Marble, 1980; Marble, 1976).

Son conocidos los beneficios aportados por una eficiente nodulación en alfalfa (Vance *et al.*, 1988), por lo que es recomendable la inoculación de la semilla con el rizobio específico (*Sinorhizobium meliloti*). Para una mayor información, se recomienda consultar el capítulo 4 de este libro. En los últimos años se ha convertido en una práctica usual que los criaderos y semilleros ofrezcan sus semillas “peleteadas” o “pildoradas”, lo que ofrece las siguientes ventajas: a) cantidad apropiada de la cepa de rizobio; b) protección contra hongos e insectos en las primeras etapas del desarrollo del cultivo; c) aporte equilibrado de nutrientes y pH para el desarrollo temprano del rizobio y la plántula; y d) protección de la semilla frente a posibles daños mecánicos durante su manipulación y siembra (Tickes y Ottman, 1991).

Siembras densas versus hileras distanciadas

Los agricultores de las zonas semiáridas y de secano, que cultivan alfalfa con el doble propósito de producir forraje y semilla, utilizan principalmente el sistema de siembra al voleo y un alto número de plantas m². Para esas condiciones, el reemplazo de la siembra al voleo por la siembra en líneas distanciadas a 0,35-0,70 m podría –en determinadas situaciones– incrementar los rendimientos y la calidad de la semilla de alfalfa (Vieyra, 1993).

La investigación y la experiencia en áreas bajo riego han demostrado que las siembras en hileras distanciadas producen mayores rendimientos de semilla que las siembras densas utilizadas para la producción de forraje (Goplen, 1976; Goplen, 1975; Hart, 1980; Jones y Pomeroy, 1962; Kolar y Torell, 1970). En diferentes zonas de EE. UU., Europa y México se han registrado incrementos de rendimiento de semilla de 120 % en

cultivos sembrados en hileras respecto de los sembrados al voleo (Marble, 1980).

La mayor producción de semilla de las siembras en líneas puede ser atribuida a diversos cambios fisiológicos y morfológicos que ocurren en la planta (Kolar y Torell, 1970). Algunos autores determinaron que los menores rendimientos de los cultivos densos se deben a la más baja producción de néctar y a la menor atracción de sus flores y a su mayor índice de abortos florales (Hagemann, 1987; Marble, 1980; Rincker *et al.*, 1988). Entre las ventajas de las siembras en hileras distanciadas se pueden mencionar las siguientes (Marble, 1987; Marble, 1976; Rincker *et al.*, 1987):

- a) plantas más abiertas y con crecimiento más erecto, que permiten a los polinizadores un mejor acceso a las flores, una mejor penetración de la luz y un aumento de la temperatura del suelo;
- b) disminución del vuelco y reducción de la humedad en la canopia de la planta, que reduce la incidencia de las enfermedades de hoja y el manchado o "ardido" de las semillas;
- c) reducción de la caída de flores y vainas;
- d) aumento de la penetración de los productos químicos para el control de malezas e insectos y del defoliante para la cosecha directa;
- e) mayor flexibilidad en el manejo de los riegos y el control de malezas; y
- f) mejor control de las plantas de resiembra natural, lo que contribuye a asegurar la identidad genética y la pureza varietal del cultivo.

Distancia entre hileras

La distancia entre las hileras depende principalmente de la profundidad, textura y salinidad del suelo, de la cantidad de agua disponible, de la longitud de la estación de crecimiento, del grado de reposo invernal del cultivar, de la maquinaria disponible para la realización de los trabajos culturales entre hileras (trocha de tractor, tipo de cultivador, etc.) y de la interacción de todos estos factores que puedan afectar el tamaño de la planta.

En Prosser, Washington (EE. UU.) se obtuvieron rendimientos mayores a 1.000 kg ha⁻¹ con distancias entre hileras de 0,45, 0,56 y 0,91 m. Es

interesante notar que las menores distancias produjeron altos rendimientos en el año de implantación, pero no en los posteriores (Rincker *et al.*, 1988). En los sistemas de producción bajo riego de Catamarca, San Juan y Mendoza, las distancias entre líneas más empleadas oscilan entre 0,8 y 1 m, ya que distancias menores suelen producir problemas en el manejo de los cultivos (Figura 3). En el área de riego del Valle Inferior del Río Colorado se emplean distanciamientos de 0,50-0,75 m.

Para las condiciones de algunas regiones de EE. UU., Marble (1987) concluyó que el distanciamiento óptimo para suelos arcillo-limosos es de 0,90-1 m en áreas con períodos de crecimiento largos y de 0,70-0,80 m en áreas con períodos de crecimiento cortos; y en suelos arenosos y profundos, donde las plantas son más vigorosas y de mayor tamaño, la distancia óptima entre hileras es de 1-1,5 m.



■ **Figura 3.** Cultivo para producción de semilla en hileras distanciadas.

Distancia en la hilera. Raleo

La distancia entre plantas dentro de la hilera está directamente relacionada con el tipo de máquina sembradora utilizada. Cuando no es posible una siembra de precisión, puede hacerse necesario la eliminación de plantas en la hilera para que, una vez establecido el cultivo, se provea de la densidad de plantas adecuada. Por el contrario, si se usan sembradoras de precisión, que permiten depositar de 4 a 5 semillas cada 0,20 o 0,30 m de hilera, la práctica del raleo no es necesaria. En esos casos es más común referirse a “grupos de plantas” que a “plantas individuales”.

Hay muchos trabajos que demuestran que el raleo es una práctica beneficiosa para la producción de semilla. Algunos autores mencionan

la conveniencia de contar con 17.500 a 55.000 grupos de plantas hectárea⁻¹, siendo cada grupo de 0,15 m de largo y separado del siguiente por 0,30 m (Jones y Pomeroy, 1962; Marble, 1976; Pederson *et al.*, 1959; Rincker, 1976). Dovrat *et al.* (1969) concluyeron que los rendimientos de semilla fueron considerablemente mayores en alfalfas con una adecuada distancia entre y dentro de las hileras. Respecto de los cultivos con alta densidad en la hilera, los cultivos ralos tuvieron mayor número de tallos reproductivos, de inflorescencias tallo⁻¹ y de vainas inflorescencia⁻¹. En experiencias realizadas en Italia, los rendimientos de semilla disminuyeron en el primer año de producción a medida que aumentó el número de semillas sembradas metro⁻¹, lo que fue atribuido a la competencia entre plantas (Lovato y Montanari, 1987). Jones y Pomeroy (1962) demostraron que el raleo tuvo efectos positivos no solo en el año de implantación, sino también en el segundo y en el tercer año de producción. El raleo permite, en cultivos establecidos, eliminar las malezas y las plantas de resiembra que se desarrollan entre las plantas del cultivo.

El raleo en la hilera produce en la planta los mismos cambios morfológicos y fisiológicos que los señalados cuando se compararon las siembras en hileras distanciadas y las densas (Marble, 1987). En siembras densas, el raleo es aconsejable cuando las plantas tienen de 2 a 4 hojas (Marble, 1976; Sheesley, 1977), pudiendo realizarse en forma mecánica con una labranza cruzada (45° o 90°) a las líneas de siembra y utilizando un cultivador, cincel, azadón o rastra de discos; también puede realizarse en forma manual. La agresividad del raleo requerida para incrementar rendimientos dependerá de la distancia entre hileras y de los años del cultivo. Por ejemplo: si se consigue una separación variable entre coronas dentro de la hilera de 0,15 a 0,45 m, pero la distancia entre hileras es considerable, se aumentan las posibilidades de vuelco, de pérdidas de semilla por manchado, de dificultades de recolección en la cosecha y de invasión de malezas en los espacios vacíos.

Cultivos acompañantes

En algunas zonas con condiciones ambientales rigurosas, la siembra de alfalfa suele hacerse en combinación con cereales de invierno como cultivos acompañantes, que además de proteger a las plántulas de la acción del viento y del frío tienen por objetivos controlar las malezas

y ofrecer un retorno económico relativamente inmediato. En cultivos especializados para la producción de semilla, tanto en áreas de secano como bajo riego, los cultivos acompañantes no se recomiendan, porque ocasionan mermas significativas en los rendimientos del primer año del cultivo y dificultan su manejo (Pederson *et al.*, 1959; Rincker *et al.*, 1987).

Fertilización

No se conocen experiencias en el país de resultados de fertilizaciones en cultivos de alfalfa para producción de semilla. Si en el lote a implantar se detectaran deficiencias de un determinado nutriente, estas deberían corregirse antes de la siembra del cultivo.

Las aplicaciones de fertilizantes realizadas en el momento del establecimiento del cultivo en las áreas más importantes de producción de semilla de los EE. UU. y Canadá no se tradujeron en incrementos de rendimiento, excepto en los casos en que los suelos presentaban serias deficiencias nutricionales. La aplicación a la siembra de nitrógeno y fósforo, en dosis de 15 a 20 kg ha⁻¹ en cada caso, fue beneficiosa para la implantación del cultivo, pero no tuvo incidencia directa en los rendimientos de semilla (Jones y Pomeroy, 1962; Rincker *et al.*, 1987). Las aplicaciones foliares de nutrientes no produjeron incrementos en los rendimientos, con la sola excepción del boro en ciertas áreas (Rincker *et al.*, 1988).

Riego del cultivo

La cantidad y los momentos de aplicación del riego constituyen una de las prácticas más difíciles de manejar en la producción de semilla de alfalfa. El exceso de agua causa un desmedido desarrollo vegetativo y un aumento en el vuelco de las plantas, una pobre producción de flores y un ambiente no demasiado atractivo para los polinizadores. La excesiva deficiencia de agua origina plantas con muy poco desarrollo vegetativo, pobre producción de flores y semillas muy pequeñas.

El manejo del agua de riego en las distintas áreas productoras se basa en una serie de principios fundamentales y que deben aplicarse a cada situación particular, debiendo considerarse: variabilidad de los suelos (profundidad y textura), precipitaciones, evaporación, diferentes siste-

mas de riego, cantidad y calidad del agua disponible, rotación con otros cultivos, grado de reposo del cultivar y duración del cultivo (Marble, 1976; Marble *et al.*, 1986; Rincker, 1979; Rincker *et al.*, 1987; Sheesley, 1977; Tysdal, 1946). Una producción exitosa de semilla estará dada por la forma en que cada una de estas variables interacciona dentro del sistema de manejo; no obstante, esas interacciones solo son válidas y aplicables para una situación específica y para un determinado productor. La diversidad de ambientes y de suelos presentes en el país hace casi imposible establecer un esquema de riego de aplicación general.

En la mayoría de las áreas de riego de la Argentina, la distribución del agua de riego es superficial, por surco o inundación. En ese contexto, la adecuada sistematización del suelo adquiere una gran relevancia y el diseño de un apropiado sistema de riego debe ser una de las primeras consideraciones para tener en cuenta una vez elegido el lote. Una mala sistematización del riego no puede ser compensada por otras prácticas de manejo. Si se tiene una correcta sistematización del terreno, el uso de sifones portátiles de PVC permite uniformizar el caudal de agua a aplicar en cada surco de riego (Figura 4).



■ **Figura 4.** Cultivo para producción de semilla en hileras distanciadas.

En Argentina no se utiliza el riego por aspersión para semilleros de alfalfa. Cultivos realizados en San Juan utilizando este sistema de riego no lograron los rendimientos esperados, con dificultades en el manejo del riego, asociado a las características particulares de los suelos y al estado fenológico del cultivo.

Experiencias realizadas en el Valle Imperial de California demostraron que el riego por aspersión influyó negativamente sobre los rendimien-

tos, debido probablemente a un efecto adverso sobre las abejas y la polinización. No obstante, podría ser una alternativa válida para suelos arenosos y con aplicaciones nocturnas en momentos críticos del cultivo (Hagemann, 1987; Rincker *et al.*, 1988). En Idaho, Oregon y Washington es utilizado con éxito por los productores de semilla de alfalfa. Experiencias similares se han observado en Australia, en los estados de South Australia y Victoria.

En los últimos años se ha empleado con éxito en nuestro país otra tecnología de riego presurizado: el riego por goteo, con el que se han obtenido rendimientos de hasta 1.200 kg ha⁻¹ en producciones comerciales de San Juan (Figura 5). Es importante considerar este sistema para situaciones donde la disponibilidad de agua para regadío es cada vez más escasa y más costosa.



■ **Figura 5.** Germinación de la alfalfa en un sistema de riego por goteo.

Respecto de los otros sistemas, el riego por goteo ofrece las siguientes ventajas:

- alta eficiencia de uso (se aplica directamente a la zona radicular) y distribución uniforme del agua;
- menor incidencia de malezas;
- mayor eficiencia y facilidad de aplicación de herbicidas, insecticidas y fertilizantes, que se inyectan directamente a través del sistema;
- considerable disminución del número de labores culturales entre hileras;
- incorporación de lotes marginales (problemas de infiltración, salinidad, etc.);
- no requiere trabajos de sistematización; y
- menores requerimientos de mano de obra.

Por un lado, estas ventajas son de consideración cuando el objetivo es cultivar superficies importantes y obtener una alta producción de semilla de excelente calidad. No obstante, su principal inconveniente es el alto costo inicial de equipos y de instalación, cosa que, por otro lado, puede verse atenuada por los altos rendimientos de semilla que produce y por la disminución o eliminación de otros costos (sistematización del terreno, mano de obra, pulverizaciones, etc.) (Figura 6). De cualquier modo, por tratarse de una tecnología nueva para la producción de semilla de alfalfa en nuestro país, se debe todavía generar la información necesaria que permita adecuar su uso a los requerimientos de cada situación.



■ **Figura 6.** Cultivo establecido con riego por goteo.

Manejo del riego

Cualquiera sea el sistema de riego empleado, es fundamental que durante el establecimiento del cultivo se controle frecuentemente la humedad del suelo, cuidando de manera especial que las raicillas estén en permanente contacto con suelo húmedo. Contrariamente a lo que muchos productores efectúan, no es apropiado dejar que las plantas en sus primeros estadios sufran deficiencias de humedad. Durante la implantación, es aconsejable la realización de riegos cortos y frecuentes, a efectos de mantener un buen nivel de humedad en el área de exploración de las raíces y reponer solamente la humedad del suelo perdida por evaporación y transpiración. Las lluvias o los riegos de presiembra

realizados para mojar el perfil del suelo favorecen el desarrollo y establecimiento del cultivo.

Los mayores rendimientos de semilla se logran empleando prácticas de riego que tiendan a promover un crecimiento lento y continuo, sin estimular excesivamente el desarrollo vegetativo y evitando el estrés severo de humedad. La estimulación excesiva del desarrollo vegetativo afecta directamente los rendimientos de semilla, aumentando el vuelco y provocando un retardo y una disminución en la producción de flores. Una vegetación densa y tendida favorece la acción de insectos perjudiciales, al mismo tiempo que reduce la producción de flores, afecta el desarrollo de vainas y semillas y estimula el rebrote vegetativo (Goplen y Sonmor, 1976; Marble, 1980; Sheaffer *et al.*, 1988; Taylor *et al.*, 1959). El exceso de humedad reduce el contenido de azúcar en el néctar de las flores y las hace menos atractivas para los polinizadores (Hagemann, 1987; Marble, 1980).

Durante el año de implantación, la demanda de agua del cultivo es de aproximadamente 900 mm en todo el ciclo, incluyendo la humedad almacenada en el suelo durante el ciclo precedente y la proveniente de los riegos de presiembra. Los cultivos establecidos, como norma general, deben recibir entre 1.100 y 1.200 mm de agua $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$, ya sea en forma de riego o de lluvias (Marble, 1980; Marble *et al.*, 1986; Yamada *et al.*, 1973). Los riegos combinados de otoño, invierno y principios de primavera deben mojar el perfil del suelo hasta los 3 o 4 m de profundidad y proveer del 50 al 60 % de las exigencias totales del cultivo en suelos profundos y de textura mediana a pesada. Durante la temporada de desarrollo del cultivo, desde mediados de primavera a fines de verano, deberá cubrirse el resto de los requerimientos de acuerdo a las necesidades, tratando de promover un crecimiento lento y constante y evitando un estrés severo de humedad. Un drenaje apropiado es esencial para evitar las enfermedades de raíz (Laemmlen, 1987) y un excesivo crecimiento vegetativo (Marble, 1980). Las plantas de alfalfa pueden llegar a morir después de estar en suelos saturados de humedad por más de 24 horas (Erwin y Lehman, 1974).

En suelos arenosos o pocos profundos, con poca capacidad de retención de agua, el concepto de acumular humedad en el perfil carece de validez. Por lo tanto, la realización de riegos regulares durante todo el

ciclo del cultivo, incluyendo la floración, adquiere gran relevancia. La finalidad de esos riegos frecuentes es proveer el agua necesaria para satisfacer los requerimientos del cultivo en al menos los primeros 0,60 m de profundidad (Krogman y Hobbs, 1977). En Australia, Taylor y Marble (1986) obtuvieron rendimientos de 1.105 kg ha⁻¹ en suelos poco profundos cuando el cultivo fue regado cada vez que la evapotranspiración acumulada entre riegos alcanzaba los 75 mm. Los rendimientos disminuyeron a 528 kg ha⁻¹ cuando el intervalo entre riegos aumentó y se redujo la cantidad de agua aplicada a una evapotranspiración acumulada de 300 mm al momento de floración.

Henderson y Yamada (1979) determinaron que las producciones de forraje y de semilla estaban directamente relacionadas y que un moderado estrés no era beneficioso para la producción de semilla, ya que las plantas no sujetas a estrés presentaban más inflorescencias y más flores y, en consecuencia, más semilla. Taylor *et al.* (1959), en Utah, demostraron que los riegos en floración reducían los rendimientos. En Fresno, California, se evidenció que los riegos durante la floración tenían un efecto negativo sobre la frecuencia de visitas de los polinizadores a las flores por un período de 3 a 6 días posteriores a la aplicación (Marble, 1987; Sheesley, 1987). Contrariamente, experiencias realizadas en Argentina, Australia, Canadá e Israel concluyeron que los riegos moderados durante la floración incrementaban los rendimientos de semilla (Castro *et al.*, 1990; Goldman y Dovrat, 1980; Sheaffer *et al.*, 1988; Taylor *et al.*, 1959).

En California se han obtenido rendimientos de 1.050 kg ha⁻¹ con riegos por surco cada 7 días durante el período de crecimiento vegetativo de las plantas. Posteriormente, se emplearon intervalos más largos y un riego inmediatamente después de iniciada la floración, a fin de prevenir el marchitamiento y facilitar el llenado de la semilla (Hagemann *et al.*, 1978; Taylor *et al.*, 1959).

Algunos investigadores recomiendan el uso de tensiómetros para determinar el momento del riego (Hagemann, 1987; Hagemann *et al.*, 1975; Taylor *et al.*, 1959), mientras que otros se basan en datos recogidos en tanques de evaporación para estimar el agua perdida y decidir así los momentos de riego (Rincker *et al.*, 1988). Los productores experimentados se guían por el color de la planta para determinar la necesidad de agua en el cultivo. La alfalfa con deficiencias de humedad adquiere

una tonalidad verde-azulada, que se torna más evidente durante el alba que en cualquier otro momento del día; en esta modalidad, el momento del riego es aquel en que los 10-12 cm del centro de cada hilera permanecen verdes y lozanos, mientras el resto de las plantas aparece de tono azulado (Marble, 1980). Con conocimientos básicos del tipo de suelo, el clima y la información del agua consumida por el cultivo, un productor podría fácilmente aplicar un esquema de riego más científico y ser capaz de anticiparse a las demandas del cultivo. Se han desarrollado programas de simulación computarizados que permiten definir calendarios de riego para muchos cultivos, incluyendo la alfalfa para producción de forraje; lamentablemente no hay aún disponibles para producción de semilla.

Independientemente del sistema que se utilice para definir los calendarios de riego, la premisa fundamental debe ser evitar las deficiencias hídricas severas (estrés). No obstante, existen interpretaciones diferentes de este concepto, que se reflejan en el manejo de los cultivos. Suele definirse erróneamente al estrés hídrico como la posibilidad que tienen las plantas de poder marchitarse, mostrar una cierta flacidez y permanecer así por largos períodos. No obstante, para diferenciar un estrés suave de uno severo se requiere experiencia. Un estrés severo y prolongado puede detener el crecimiento de los tallos, impedir la formación de nuevos tallos y provocar la caída de hojas y flores. Por el contrario, un estrés suave, apenas perceptible, induce a la producción de flores con mayor concentración de azúcares en el néctar, lo que –al hacerlas más atractivas para los polinizadores– permite lograr mayores rendimientos de semilla (Fick *et al.*, 1988; Marble *et al.*, 1986).

Control de malezas

El control de malezas en todo semillero de alfalfa debe ser permanente, desde antes del establecimiento del cultivo hasta el proceso final de limpieza y clasificación de la semilla. La presencia de malezas constituye un factor condicionante del cultivo afectando directamente su rendimiento. Su efecto adverso se manifiesta en la reducción o pérdida de plantas de alfalfa, principalmente en los primeros estadios de desarrollo del cultivo;

en la competencia por luz, agua y nutrientes; en la interferencia sobre la labor de los polinizadores; en la dificultad para las prácticas de cosecha; y en el aumento de los costos de producción y del trabajo y las pérdidas durante el procesamiento de la semilla (Dawson y Rincker, 1982; Dell' Agostino, 1990; Dell' Agostino *et al.*, 1987; Fisher, 1977; Goplen, 1975). En cultivos ya establecidos e incluidos dentro de un programa de certificación, las plantas de alfalfa de resiembra o "voluntarias" también deben considerarse malezas y, como tales, deben ser controladas.

Es más sencillo y económico eliminar las malezas en el lote que hacerlo luego durante el procesamiento de la semilla cosechada. Si se permite a las malezas madurar y ser cosechadas junto con la alfalfa, indefectiblemente deberán ser eliminadas en el proceso de limpieza, lo que no solo aumenta los costos, sino que produce mermas de rendimiento.

Las semillas de malezas más difíciles de separar de la semilla de alfalfa son las de sorgo de Alepo, rúcula (*Eruca sativa* G.), yuyo colorado (*Amaranthus* sp.), roseta (*Cenchrus* sp.), lengua de vaca (*Rumex crispus* L.), cuscuta, porotillo (*Hoffmanseggia falcaria*) y tréboles de olor. La separación de muchas de ellas requiere el uso de máquinas adicionales a las comunes, incrementando los costos de limpieza y la pérdida de semilla apta de alfalfa, que puede llegar al 11 % (Rincker *et al.*, 1988).

Los problemas de malezas, que aparecen en diferentes etapas del cultivo, deben solucionarse con un manejo racional que combine medidas de prevención y métodos de control tanto culturales como mecánicos y químicos.

Medidas de prevención

Dado que las malezas bien establecidas son difíciles de controlar, la mejor estrategia de manejo es anticiparse y prevenir los problemas que puedan ocasionar. En ese sentido, los factores para tener en cuenta son:

- Elección apropiada del lote: en campos infestados con malezas perennes, como sorgo de Alepo, gramón, cebollín (*Cyperus rotundus* L.), pasto puna, flor amarilla (*Diplotaxis tenuifolia* L.), sanguinaria (*Polygonum aviculare* L.) y yuyo sapo (*Wedelia glauca* H.), el control es más eficiente y económico si se realiza antes de la siembra. En

lo posible, deben descartarse los lotes infestados con malezas problema, como la cuscuta (Fisher, 1977).

- Preparación adecuada del terreno y de la cama de siembra: la germinación rápida y uniforme de la semilla será estimulada por una cama de siembra bien preparada. Las labores anticipadas, realizadas criteriosamente, limpian al suelo de malezas y evitan interferencias en la implantación del cultivo (Rainero *et al.*, 1993). Un terreno bien nivelado y con un buen lecho de siembra es esencial para una distribución uniforme y eficiente del agua de riego, lo que aumenta y prolonga la acción de los herbicidas selectivos y facilita el uso apropiado de los implementos de labranza (Fisher, 1980; Fisher, 1977).
- Elección correcta de la fecha de siembra: los lotes sembrados muy tarde en el verano pueden ser infestados por malezas estivales, mientras que los sembrados muy tarde en el otoño germinarán y crecerán más lentamente, permitiendo que las malezas de invierno desarrollen antes que el lote esté en condiciones de ser tratado con herbicidas. Una fecha apropiada de siembra favorecerá una implantación y un crecimiento competitivo a la invasión de malezas.
- Mantenimiento de la limpieza: el control de malezas debe efectuarse no solo en el lote de alfalfa, sino también en sus alrededores, incluyendo los canales y las acequias de riego. Todos los equipos de labranza y cosecha deben limpiarse cuidadosamente después de finalizar los trabajos a fin de prevenir la diseminación de semillas u otras partes vegetativas a otros lotes.

Control cultural

La competencia que ejerce un cultivo sano y vigoroso puede minimizar el efecto de las malezas, y hasta prevenir la germinación de sus semillas. Por un lado, en ese contexto, todas aquellas prácticas de manejo que tiendan a promover el crecimiento de la alfalfa, incluyendo el control efectivo de insectos dañinos y la menor incidencia de enfermedades, pueden contribuir a controlar las malezas. Por otro lado, una efectiva implementación de los riegos favorece la acción de muchos herbicidas.

Control mecánico

La eliminación de las malezas por medios mecánicos suele ser un método de control económico. El cultivo en hileras distanciadas facilita la utilización de diferentes implementos, tales como rastra de discos, escardillo, carpidores, cultivadores rotativos, vibro cultivadores, etc. (Figura 7). La labor entre hileras se realiza las veces que sea necesario, dejando sin cultivar una franja de 0,15 m a cada lado de la planta. Para decidir el momento y la frecuencia de las labores mecánicas, debe tenerse en cuenta el desarrollo de las plantas y el daño por pisoteo que se ocasiona al cultivo, que en algunos casos puede ser de consideración. Es conveniente que el tractor esté provisto de rodados angostos, para evitar el excesivo pisoteo de tallos y la compactación del suelo.



Figura 7. Control mecánico de malezas.

El cultivado mecánico entre hileras no solo es útil para el control de malezas anuales, sino también para la eliminación de plantas de alfalfa de resiembra y para el mejoramiento de la infiltración del agua de riego en el perfil. En cultivos establecidos, y cuando la alfalfa está en estado de reposo invernal, el pasaje de rastras cruzadas (45° o 90° respecto de las hileras) permite un muy buen control de malezas y de plántulas de resiembra.

El control manual de malezas es una práctica que no puede ignorarse, especialmente durante el año de implantación del cultivo. Tanto la falta de herbicidas selectivos en alfalfa para controlar trébol de olor como la similitud existente entre las semillas de ambas especies, hacen que las plantas de esta maleza, en la hilera, deban eliminarse manualmente.

En casos extremos, la realización de un corte es otra práctica que puede utilizarse en el control de malezas. El quemado de residuos de cosecha

provee cierto control en malezas de hoja ancha y una reducción en el número de semillas de malezas en el suelo.

Control químico

El empleo de herbicidas selectivos permite un control efectivo y prolongado, tanto en la implantación como en cultivos establecidos. El uso efectivo de un importante número de herbicidas, que difieren ampliamente en su acción y en sus métodos de aplicación, exige mayores grados de planificación y de conocimiento que los requeridos para la implementación de labores mecánicas. La textura y humedad del suelo, el contenido de materia orgánica y las especies de malezas presentes influirán en la elección de los productos y dosis a usar.

Recomendaciones específicas sobre los productos y dosis para usar se presentan en varios trabajos citados en la bibliografía de este capítulo (Burril *et al.*, 1988; Dell' Agostino, 1990; Fisher, 1980; Fisher, 1977; Raineiro *et al.*, 1993; Rodríguez *et al.*, 2007).

Control químico en el establecimiento

Antes de la siembra, y en camas ya preparadas, la aplicación de paraquat (500 a 750 g i.a. ha⁻¹) [i.a.= ingrediente activo] permite controlar malezas de hoja ancha en estado de plántula y gramíneas anuales (Fisher, 1977). La trifluralina (550 a 900 g i.a ha⁻¹), aplicada en presiembra e incorporada con rastra de discos, vibrocultivador o riego, ha sido eficaz en el control de malezas como pasto puna, capiquí (*Stellaria media* L.), sanguinaria, enredadera, quinoa (*Chenopodium album* L.), cardo ruso (*Salsola kali* L.), raigrás anual (*Lolium* sp.), avena negra (*Avena fatua*) y cebadillas (*Bromus* sp.); no obstante, en algunas circunstancias, se ha observado algún grado de fitotoxicidad en la alfalfa. El methazole (1.500 a 1.800 g i.a. ha⁻¹), aplicado inmediatamente después de la siembra, pero antes de la emergencia de la alfalfa y de las malezas, realiza un buen control de latifoliadas otoño-invernales (Burril *et al.*, 1988; Dell' Agostino, 1990). También el flumetsulam (50 a 70 g i.a. ha⁻¹), aplicado en preemergencia, es un herbicida selectivo eficaz para el control de malezas de hoja ancha. Es importante mencionar que el uso del riego

por surco puede disminuir considerablemente la eficiencia de los herbicidas preemergentes (Fisher, 1977).

La acción de los herbicidas indicados previamente puede ser complementada con otros productos aplicados en posemergencia. Entre estos, puede mencionarse al 2,4-DB (750 a 1.000 g i.a. ha⁻¹), que resulta eficaz para el control de malezas latifoliadas que escapan a la acción de trifluralina o EPTC, como las crucíferas, los cardos (*Carduus* sp.), la quinoa, el yuyo colorado, la morenita (*Kochia scoparia* S.) y el cardo ruso. Otros herbicidas, como el bromoxinil (350 a 550 g i.a. ha⁻¹), el flumetsulam (35 g i.a. ha⁻¹) y el bentazón (300 a 500 g i.a. ha⁻¹) controlan especies de hoja ancha y normalmente se aplican en combinación con 2,4-DB para controlar malezas poco sensibles o resistentes a este último, como el apio cimarrón (*Ammis majus* L.), la ortiga mansa (*Lamium amplexicaule* L.), la manzanilla (*Anthemis cotula* L.) y la bowlesia (*Bowlesia incana* R.), etc. (Dell' Agostino, 1990; Rainero et al., 1993).

Para el control de gramíneas anuales y perennes se cuenta con un número importante de herbicidas selectivos: *clatodim*, *fenoxaprop-p-etil*, *fluazifop-p-butil*, *haloxifop-metil*, *quizalofop-etil*, *quizalofop-p-etil* y *setoxidim* (Cragnez, 1990; Rainero et al., 1993).

Control de malezas en cultivos establecidos

En cultivos de más de un año de implantación y con la alfalfa en reposo invernal, generalmente el laboreo mecánico provee un buen control de malezas. Sin embargo, junto con el rebrote y el desarrollo del cultivo, suele comenzar una notable emergencia de malezas. Las principales malezas de aparición primavera-estival que invaden los semilleros en esta etapa son, entre otras, quinoa, morenita, cardo ruso, yuyo colorado, roseta (*Cenchrus* sp.), pasto cuaresma (*Digitaria sanguinalis* L.) y capín (*Echinochloa crusgalli* L.).

Varios productos no recomendados en cultivos de primer año pueden emplearse en lotes ya establecidos durante el reposo invernal o a la finalización del invierno (Figura 8). Pueden aplicarse inmediatamente después de efectuada una labor mecánica y en preemergencia de las malezas. Diurón (2,0-2,4 kg i.a. ha⁻¹), terbacil (800 a 1.000 g i.a. ha⁻¹) y metribuzín (550 a 750 g i.a. ha⁻¹) pueden realizar un buen control de

malezas de hoja ancha; además, como ventajas adicionales, poseen un adecuado poder residual y son capaces de cierto nivel de control de plántulas de resiembra (Burril *et al.*, 1988; Dell' Agostino, 1990). La propizamida (1 a 2 kg i.a. ha⁻¹) fue efectiva cuando se aplicó en preemergencia o posemgerencia temprana y con muy buena humedad de suelo, controlando especies anuales de gramíneas y algunas latifoliadas (Burril *et al.*, 1988).

Los sistemas de control con herbicidas postemergentes (2,4-DB, bromoxinil, etc.) son similares a los mencionados para el control en implantación, agregándose otros productos como flumetsulam (25 a 35 g i.a. ha⁻¹), imazetapir (80 a 100 g i.a. ha⁻¹), clorimurón etil (5 a 7,5 g i.a. ha⁻¹) y bentazón (300 a 500 g i.a. ha⁻¹). Distintos trabajos han concluido que el éster del 2,4-DB –según la dosis usada y el grado de crecimiento de la alfalfa– puede provocar daños al cultivo, como reducción del crecimiento, quemaduras de hojas y disminución de la floración (Marble *et al.*, 1986; Waddington, 1977).

Las gramíneas perennes, como gramón y sorgo de Alepo, pueden ser controladas con aplicaciones de los herbicidas selectivos mencionados anteriormente. También la aplicación de glifosato (500 a 1000 g i.a. ha⁻¹) durante los meses de bajas temperaturas y sin rebrote activo de la alfalfa ha dado resultados satisfactorios.



■ **Figura 8.** Control químico de malezas.

Control de la cuscuta

La cuscuta es una especie anual y parásita y constituye una de las malezas más problemáticas que se pueden encontrar en lotes de alfalfa para semilla, siendo mucho más grave en estos cultivos que en aquellos destinados a forraje. Las características de manejo de los cultivos para

semilla favorecen el crecimiento y desarrollo de la cuscuta, permitiéndole completar su ciclo y producir semilla. Cuando la semilla de cuscuta germina, la plántula que emerge comienza a rotar lentamente en el sentido de las agujas del reloj en búsqueda de la planta hospedante; una vez que la encuentra, se adhiere y la penetra por medio de haustorios para extraer su savia. A partir de ese momento, la plántula pierde todo contacto con el suelo y comienza a vivir a expensas de la planta hospedante. La cuscuta parasita no solo a la alfalfa, sino también a otras especies cultivadas (cebolla, papa, tomate, tréboles, zanahoria, etc.) y a malezas (cardo ruso, quinoa, etc.) (Dawson *et al.*, 1984).

La cuscuta es una especie que se caracteriza por presentar semillas “duras” (tegumento impermeable) que pueden permanecer en el suelo por períodos de 10-20 años. Una vez infestado un lote, es necesario un largo tiempo para su control efectivo. Se reproduce y difunde exclusivamente por semillas, que tienen la particularidad de presentar forma, peso y tamaño muy similares a las de la alfalfa, lo que dificulta su separación con las máquinas tradicionales y encarece el proceso de limpieza posterior.

La cuscuta aparece generalmente en forma de manchones aislados que, si no son controlados, pueden llegar a invadir todo el lote. Para su control es importante considerar las acciones de tipo preventivo y el control químico. Las medidas preventivas para tener en cuenta son:

- a) no sembrar un cultivo para semilla en lotes que hayan tenido infestaciones importantes de esta maleza;
- b) no sembrar semillas de alfalfa infestadas con semillas de cuscuta;
- c) asegurar una adecuada limpieza de la cosechadora, especialmente cuando provenga de lotes infestados;
- d) controlar todas las plantas de cuscuta y las malezas de hoja ancha (posibles hospedantes) que se desarrollen a lo largo de caminos, alambrados y canales de riego; y
- e) no permitir la entrada de animales que hayan pastoreado un lote contaminado con cuscuta (Dawson *et al.*, 1984; Dell' Agostino, 1990; Moschetti *et al.*, 1994).

Se debe analizar la pureza físico-botánica de toda partida de semilla de alfalfa a fin de garantizar la ausencia de cuscuta. Para lotes de semilla destinados a la comercialización, la tolerancia para semillas de cuscuta que marca la Ley Nacional de Semillas y Creaciones Fitogenéticas (Nº 20.247), a través de la Disposición SNS Nº 12/88, es muy baja: a) para categoría segunda multiplicación: 1 semilla cada 50 g de semilla de alfalfa; y b) para categorías original y primera multiplicación: totalmente libre de cuscuta (Moschetti *et al.*, 1994).

En caso de detectarse su presencia en lotes ya cosechados, la separación de esta maleza puede hacerse mediante un equipo especial conocido como “descuscutadora”, cuyo principio de funcionamiento aprovecha la rugosidad propia de la semilla de cuscuta para hacer que se le adhieran limaduras de hierro; luego, ese conjunto –hierro y semillas– es separado mediante un electroimán. Este proceso es efectivo pero costoso, no solo operativamente, sino también por la pérdida de semilla de alfalfa agrónomicamente apta que –por pequeñas quebraduras o deformaciones a las que se adhieren también limaduras de hierro– es separada durante el proceso de limpieza. Esto último ocasiona mermas a menudo importantes, que en ocasiones pueden llegar al 30 % (Moschetti *et al.*, 1994).

El método que se emplee para el control de los manchones de cuscuta dependerá del grado de infestación. Si se tiene varios manchones, pero se trata a cada uno en forma individual, debe tenerse en cuenta que ninguno de los métodos disponibles controla totalmente el problema (Dawson, 1986a). Si la cuscuta aparece en manchones aislados, es aconsejable controlarla antes que florezca y produzca semilla; para ello, se deberán cortar las plantas de alfalfa por debajo del lugar donde la cuscuta está adherida y dejarlas secar, retirando luego fuera del lote ese material vegetal cortado y seco. Una alternativa es rociar con gasoil el sector problema y quemarlo luego cuando se seque. Otra opción es quemar directamente el sector invadido con un lanzallamas o aplicarle un herbicida de contacto (*paraquat*) y, una vez desecado, quemarlo. En todos los casos, es muy conveniente el tratamiento de una superficie mayor a la del sector realmente invadido, a fin de evitar el “escape” de algunos tallos parasitados que pudieren pasar inadvertidos (Dawson *et al.*, 1984; Dell’ Agostino, 1990).

Algunas experiencias realizadas en Washington han demostrado que la aplicación de dosis extremadamente bajas de glifosato (75 a 150 g i.a ha⁻¹) permite ejercer un control selectivo de la cuscuta cuando esta ya está adherida en el hospedante (Dawson, 1986b).

En infestaciones generalizadas, con una importante cantidad de semillas de cuscuta en el suelo, se recomiendan aplicaciones de herbicidas preemergentes, que eliminan las semillas o las plántulas de la maleza antes que se adhieran a la alfalfa. La propizamida, en dosis de 1 a 2 kg i.a. ha⁻¹ y aplicada en preemergencia de la cuscuta y antes del desarrollo de la alfalfa, posibilitó niveles de control cercanos al 80 % (Burril *et al.*, 1988; Dell' Agostino, 1990). Otros productos, como la trifluralina (granulada) en muy altas dosis, el cloroprofán, el pendimetalín y la dinitroanilina también han sido utilizados con considerable efectividad en las áreas de producción de semilla de los EE. UU. (Burril *et al.*, 1988; Dawson, 1986a; Orloff, 1985; Orloff *et al.*, 1989). En el Valle Inferior del Río Colorado se han obtenido controles de 98 a 100 % de efectividad con pendimetalín, aplicado en octubre-noviembre y en dosis de 2 a 3,3 kg i.a. ha⁻¹ con incorporación mecánica (Moschetti *et al.*, 1994); complementariamente, se ha podido controlar también la invasión de otras malezas que están usualmente presentes en esa fecha.

Control de insectos

Un factor que debe considerar el productor de semilla es el control de los insectos que reducen los rendimientos. Cuando se efectúan tratamientos de control químico al cultivo, deben tomarse las precauciones para evitar las aplicaciones innecesarias de plaguicidas de amplio espectro. El objetivo de los tratamientos es alcanzar una reducción significativa de la población de la plaga con un efecto mínimo sobre los insectos polinizadores y la fauna benéfica (predadores, parásitos, etc.) (Aragón, 1990, Marble, 1980). En este sentido, es fundamental el uso de los umbrales de daño económico como punto de referencia para la decisión de realizar o no los tratamientos en un contexto de manejo de plagas (Aragón, 1990; Aragón y Imwinkelried, 2007).

Existen prácticas de manejo que tienden a reducir considerablemente el uso de insecticidas en cultivos para producción de semilla, como por

ejemplo la multiplicación de variedades resistentes; el corte de primavera y la quema de rastrojos (Schaber y Entz, 1988), que disminuyen la reproducción de insectos perjudiciales; la aplicación de insecticidas en estado de botón floral o antes de la entrada de los polinizadores (Rincker *et al.*, 1988) y la elección adecuada del insecticida (espectro de control, especificidad, dosis, residualidad, etc.). El concepto de control integrado debe tenerse muy en cuenta, especialmente en aquellas áreas donde el cultivo de alfalfa para semilla es una nueva alternativa de producción para evitar la ruptura del equilibrio dinámico que existe en todo ecosistema natural.

Los tipos y las densidades de las plagas varían de acuerdo con las zonas productoras, de modo que los programas de control deben definirse según las necesidades de cada una (Marble, 1980). Es importante saber identificar las especies perjudiciales y también reconocer sus enemigos naturales. Respecto de estos últimos, los más comunes pueden agruparse en predadores, parásitos y hongos entomopatógenos. Dentro de los predadores se encuentran larvas y adultos de coccinélidos, llamados comúnmente "vaquitas" (*Hippodamia convergens* G., *Adalia bipunctata* L., *Eriopis connexa* G., *Coccinella ancoralis* G.); larvas de moscas sírfidas (*Allograpta exotica* W., *Bacha* sp., *Syrphid* sp.); larvas de crisopas (*Chrysopa lannata* Banks.); ninfas y adultos de chinches predadoras, como la "chinche pirata" (*Orius insidiosus*), la "chinche ojuda" (*Geocoris* sp.) y otras (*Nabis* sp., *Podisus nigrispinis* D., *Podisus chilensis* y *Atrachelus* sp.); arañuelas predadoras; mantoideos o "tata-dios" y diversas arañas (Aragón y Imwinkelried, 2007; Dughetti *et al.*, 1982; Villata, 1993). Los parásitos son insectos muy pequeños, de menor tamaño que el hospedante, que cumplen su ciclo dentro de este. Los parásitos más comunes en alfalfa son las avispidas *Aphidius smithi*, *Aphidius ervi* y *Praon volucre*, cuyas larvas se alimentan de los órganos internos de los pulgones. Las avispidas *Trissolcus basal* y *Telenomus mormideae* llegan a parasitar entre el 50 y el 90 % de los huevos de chinches (Aragón, 1990; Aragón y Imwinkelried, 2007). Los parásitos del género *Ophion* atacan poblaciones de isocas cortadoras (Villata, 1993). Finalmente, entre los enemigos naturales de las plagas también hay entomopatógenos, que son virus, hongos o bacterias capaces de provocar enfermedades mortales en los insectos (Dughetti *et al.*, 1982). El hongo *Entomophthora aphidis* puede

causar, bajo condiciones de alta humedad, una mortalidad cercana al 90 % en las poblaciones de pulgón verde (Bacon, 1980).

Si bien los problemas de insectos son esencialmente los mismos en un lote para producción de forraje que en uno para producción de semilla, en este último debe prestarse especial atención a los insectos capaces de producir daños en las etapas de floración, fructificación y maduración de las semillas. En la etapa vegetativa de la alfalfa es posible utilizar un espectro mayor de insecticidas que en floración, aunque siempre debe procurarse la preservación de la fauna útil. La aplicación de insecticidas en floración debe realizarse al atardecer o a la noche a fin de preservar los polinizadores. Los insecticidas biológicos, preparados sobre la base de bacterias entomopatógenas –como *Bacillus thuringiensis*– pueden aplicarse a cualquier hora del día, sin perjuicio para los insectos benéficos y polinizadores (Sheesley, 1987).

Aun cuando existen unas 25 especies de insectos y arañuelas citadas como perjudiciales para la alfalfa en el país (Bacon, 1980), muchas menos son las que se pueden encontrar afectando a los cultivos destinados a la producción de semilla. Entre las plagas de mayor importancia se incluye a:

- Pulgones: pulgón verde de la alfalfa (*Acyrtosiphon pisum* H.), pulgón azul de la alfalfa (*Acyrtosiphon kondoi* S.), pulgón negro de las leguminosas (*Aphis craccivora* K.) y pulgón moteado de la alfalfa (*Therioaphis trifolii* M.).
- Isocas defoliadoras: isoca de la alfalfa (*Colias lesbia* F.), isoca medidora (*Rachiplusia nu* G.), isoca militar tardía (*Spodoptera frugiperda*), oruga de las leguminosas (*Anticarsia gemmatalis* H.) y oruga bolillera (*Heliotis* sp., *Helocoverpa gelotopoeon*) (Aragón y Imwinkelried, 2007).
- Chinches: chinche verde (*Nezara viridula* L.) y chinche parda de la alfalfa (*Piezodorus guildinii* W.).
- Avispita de la alfalfa: *Bruchophagus roddi* G.
- Arañuelas: arañuela roja (*Tetranychus desertorum* B.) y arañuela bimaclada (*Tetranychus urticae*).

Entre las plagas ocasionales se pueden mencionar las siguientes:

- Orugas cortadoras: orugas ásperas o grasientas (*Agrotis* sp., *Poro-sagrotis* sp., *Euxoa* sp.).

- Trips: *Frankfaniella australis* M. y *Thrips tabaci* L.
- Enroladora de hojas: *Eulia* sp.
- Gorgojos de la raíz: varias especies (*Naupactus* sp., *Pantomorus* sp., etc.).
- Tucuras (*Dichroplus* sp.) y grillos (*Gryllus* sp.).

La descripción de varias de estas plagas y su control se detalla en publicaciones específicas (Aragón, 1990; Aragón y Imwinkelried, 2007; Dughetti *et al.*, 1982; Villata, 1993). Brevemente se destaca lo siguiente:

Pulgones de la alfalfa

Por medio de su aparato bucal chupador, estos insectos inyectan toxinas y extraen savia de las plantas, produciendo una reducción del crecimiento, a punto tal que, en ataques severos pueden llegar a detenerlo completamente. Las plantas susceptibles presentan un marcado acortamiento de los entrenudos y cambios de color del follaje. Además de toxinas, los pulgones segregan sustancias melosas, sobre las que se desarrollan hongos saprofitos. El ataque puede ocurrir en cualquier etapa del desarrollo y ante ataques muy severos las plantas pueden llegar a morir (Aragón, 1990; Aragón y Imwinkelried, 2007).

Las poblaciones en el cultivo no son uniformes, por lo que es necesario realizar muestreos en varios sectores para obtener una estimación válida (Dughetti *et al.*, 1982). La aparición de variedades resistentes o muy tolerantes a diferentes áfidos es uno de los mayores avances logrados desde muchos años atrás (Aragón y Imwinkelried, 2007; Villata, 1993). En el control químico debe considerarse que, además de las aplicaciones que sean necesarias, la mayoría de los productos aconsejados, excepto el pirimicarb, tienen reducida selectividad hacia los enemigos naturales (Aragón, 1990). Es importante considerar también la oportunidad del tratamiento, dado que los productos y dosis pueden variar según el estado fenológico del cultivo, el número de pulgones por tallo, el nivel de daño, las condiciones climáticas y la presencia de parásitos y predadores (Aragón y Imwinkelried, 2007; Villata, 1993).

Isoca de la alfalfa

Se alimenta del follaje, racimos florales y vainas en desarrollo, aunque los mayores daños se producen desde la mitad hasta el final de

la estación de crecimiento. El muestreo para determinar umbrales de daño económico se efectúa semanalmente, desde que la alfalfa tiene 0,10 m de altura hasta momentos previos a la cosecha, utilizando una red de arrastre. Si el número de insectos recolectados estuviera próximo al daño económico, se debe recurrir a la aplicación de insecticidas (Dughetti et al., 1982). Las formulaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis*, aplicando 100 a 120 g de producto formulado a 32.000 UI, han tenido muy buen control de *C. lesbia*, preservando la fauna útil (Aragón, 1990). Deben utilizarse dosis adecuadas y productos que tengan cierta selectividad para disminuir la plaga a niveles inferiores al umbral económico y afectando levemente a los insectos benéficos (Villata, 1993).

Suele suceder que la isoca de la alfalfa ataque asociada con otras especies, como la militar tardía, la bolillera o la medidora. Si bien los umbrales de daño son semejantes, las técnicas de control difieren. En estos casos deberán seleccionarse con cuidado los productos y dosis para aplicar, ya que las tolerancias de estas otras isocas a los insecticidas son diferentes (Villata, 1993). Las isocas militar tardía, bolillera y medidora han sido detectadas alimentándose de ramilletes florales (Bacon, 1980).

En áreas de San Juan se observaron daños severos ocasionados por la isoca bolillera (*Helicoverpa gelotopoeon*) (Figura 9). Cuando el cultivo llega a su estado reproductivo, esta plaga –que tiene gran capacidad de destrucción– puede producir daños muy importantes en las inflorescencias. La combinación de su capacidad para presentar varias generaciones anuales y la dificultad para poder observar las larvas en las plantas, hacen muy problemático su tratamiento. Se cuenta en el mercado con insecticidas disponibles para su control, teniendo en cuenta que al ser ataques en floración se debe ser muy cuidadoso al momento de seleccionar el producto.

Chinches de la alfalfa

Es de destacar la peligrosidad del ataque de chinches en cultivos destinados a producción de semilla y la problemática que representa su control, dado que el uso de insecticidas no selectivos en floración puede ocasionar un severo impacto en los polinizadores.

Las chinches, por medio de su aparato bucal picador-chupador, succionan savia de las inflorescencias, vainas y granos en formación, produciendo abortos y deformaciones o vaneo de semillas; además, introducen toxinas y hongos patógenos en los tejidos de la planta (Aragón, 1990). En San Juan se han detectado pérdidas de semilla de hasta el 90 % provocados por ataques severos de chinches.

Si bien existe una gran diversidad de parásitos –como el microhimenóptero *Trissolcus basalís* y la mosca *Trichopoda giacomelli*– y varios predadores (nápidos, geocóridos, coccinélidos, carábidos, hormigas y arácnidos) que destruyen huevos y ninfas de chinches, su efectividad aún no ha sido establecida (Aragón, 1990).

Se sugiere efectuar tratamientos de control cuando se detecte la presencia promedio de al menos una (1) chinche adulta (o ninfa mayor de 5 mm) por golpe de red, sobre un mínimo de 20 golpes distribuidos en el lote según un esquema de 4-5 golpes por estación de muestreo. Esta tarea debe repetirse cada semana, con mayor frecuencia en los períodos críticos de fructificación y maduración.



■ **Figura 9.** Ataque de isoca bolillera (*Helicoverpa geltopoeon*).

Avispita de la alfalfa

Este microhimenóptero afecta la producción de semilla principalmente en el sur de la región Pampeana, aunque también se la detectó en Cuyo.

En algunas zonas de EE. UU., y según las condiciones, puede destruir desde el 2 % al 80 % de la semilla de alfalfa (Manglitz y Ratcliff, 1988).

La avispa adulta mide 1,5-2 mm y es de color negro, con partes de las patas marrón o amarillo. Las hembras colocan sus huevos en las vainas inmaduras y las larvas, una vez nacidas, se introducen en las semillas y se nutren de ellas, vaciándolas. Cuando la larva completa su desarrollo, se transforma en pupa y a los pocos días emerge el adulto a través de una perforación de la semilla vacía (Dughetti, 1981). Ante una presencia importante de la plaga en un lote de alfalfa, se tornan fácilmente observables las vainas ya maduras con perforaciones ocasionadas por la emergencia del adulto. Se estima que en Argentina el insecto tiene al menos tres generaciones año⁻¹ y que pasa el invierno como larva dentro de las semillas (Aragón, 1990).

Por un lado, las pérdidas ocasionadas por este insecto suelen pasar desapercibidas para el productor, dado que las semillas afectadas al ser más livianas que el resto se pierden junto con los residuos de trilla, impulsadas por el ventilador de la cosechadora. De esta manera, la plaga queda en el lote y constituye la fuente de infestación o recolonización para el siguiente año (Dughetti, 1981). Por otro lado, y como consecuencia de los órganos vegetales que ataca y de su ciclo biológico, las pulverizaciones con insecticidas no son efectivas para su control. En ese contexto, para reducir los daños se aconseja: quemar el rastrojo o los restos de cosecha o bien enterrar las semillas infestadas que quedan en el suelo después de la cosecha por medio de labores mecánicas; eliminar todas las plantas con semillas maduras en los alrededores del lote; y evitar la siembra de semillas infestadas (Aragón, 1990; Manglitz y Ratcliff, 1988).

Arañuelas

Es poco conocido el efecto de estos ácaros sobre el rendimiento de semilla, aunque se ha observado que una alta población produce amarillamiento del follaje, secado de las hojas y prematura caída de folíolos (Rincker *et al.*, 1988). La plaga se presenta por lo general en manchones, que van aumentando de tamaño a medida que la infestación se propaga. Aunque no se ha determinado todavía su nivel de daño económico,

el control es más efectivo cuando se realiza en etapas tempranas del desarrollo del ácaro y cuando se perciben los primeros manchones en el lote. Un control tardío generalmente no es necesario, a menos que las arañuelas infesten los racimos florales aun potencialmente capaces de producir semilla. Existen en el mercado acaricidas efectivos que no perjudican a los insectos benéficos, pero su aplicación no debe ser postergada ya que estos productos son más efectivos previendo infestaciones que controlando las ya existentes (Marble *et al.*, 1986).

Trips

Si bien la presencia de estos insectos en las flores de alfalfa es usual, no es generalmente detectada por el observador común (Villata, 1993). El daño que provocan en las inflorescencias de alfalfa se manifiesta a través de decoloración y marchitamiento de las flores, aborto floral y alteraciones en la formación de semilla (Manglitz y Ratcllffe, 1988). La aplicación de deltametrina (1,5-8 g i.a. ha⁻¹) demostró ser efectiva hasta los 11 días posteriores al tratamiento (Dughetti y Moschetti, 1990).

Enrulador de la hoja

Estas pequeñas isocas producen una tela que enrolla y envuelve las hojas ubicadas en las partes apicales de las plantas, incluidas las inflorescencias. De ese modo, los hilos sedosos que producen pueden impedir que las flores queden expuestas para la polinización. Hasta el presente, la información producida acerca de las medidas de control de esta plaga ocasional es muy escasa (Bacon, 1980; Marble *et al.*, 1986).

Tucuras y grillos

Las tucuras y los grillos suelen alimentarse del follaje de la planta, pero también lo hacen de las flores y las semillas en formación, especialmente cuando están en estado lechoso. El daño que causan se puede detectar a través de la observación en el suelo de pequeños grupos de vainas cortadas, de las que la plaga extrae la semilla. El control puede efectuarse con cebos tóxicos (más recomendado) o con aplicaciones foliares de numerosos insecticidas fosforados y carbamatos.

Chicharritas

En lotes de producción de semilla bajo riego en algunas áreas de Cuyo se ha detectado la presencia de “chicharritas”, que si bien no causan daños por sí mismas se sospecha son transmisoras de micoplasmas. Las plantas afectadas presentan una proliferación de tallos muy finos, con folíolos muy pequeños y una coloración verdosa en las flores. Todos esos síntomas se engloban en una enfermedad denominada “escoba de bruja”, que hace que las plantas atacadas generalmente no produzcan semilla. Por el momento no existe información acerca de la implementación de medidas directas de control, por lo que lo más aconsejable son la eliminación de plantas afectadas y el control del insecto vector.

Polinización

La alfalfa requiere de la polinización cruzada (alogamia) para producir semilla en cantidad y calidad, la que se lleva a cabo por intermedio de insectos que actúan como agentes de intercambio de polen (Arretz y Martínez, 1988). La alogamia en la alfalfa se ve favorecida por mecanismos de autoesterilidad y autoincompatibilidad. Además, la disposición de los órganos florales hace necesario un mecanismo de desenlace en el que los insectos juegan un rol fundamental. El desenlace es la liberación de la columna sexual (pistilo y estambres) de cada flor, lo que ocurre por la presión ejercida por los insectos. La polinización cruzada tiene lugar cuando, en el momento del desenlace, la columna sexual golpea en el insecto que, al transportar polen de otras flores en su abdomen, lo pone al alcance del estigma para iniciar el proceso de fecundación.

La polinización deficiente es uno de los factores que más ha dificultado la producción de semilla de alfalfa en el mundo. Los intentos por desarrollar variedades autógamas o para utilizar medios químicos o mecánicos que reemplacen a los insectos en el desenlace floral no han dado resultados satisfactorios (Arretz y Martínez, 1980; Pederson *et al.*, 1959). El polen de otra planta desarrolla más rápido y alcanza el óvulo antes que el polen de la misma planta, produciendo una semilla de polinización cruzada que tiene un mayor valor genético. Cuando ocurre autofecundación, solo alrededor del 36 % de las flores fecundadas for-

man vainas, mientras que con polinización cruzada ese valor alcanza al 60 %.

En ausencia de insectos polinizadores se puede producir una abundante cantidad de semilla autofecundada, que dará origen a plántulas de menos vigor. Una sola generación de autofecundación produce una población de plantas que reduce su producción de semilla en alrededor del 62 % y en aproximadamente 50 % la de forraje. El pasaje sobre las plantas en floración de diversos elementos –como rastras, cadenas, postes, alambres, etc.– produjo incrementos en el desenlace de las flores de hasta 422 %, pero la producción de semilla llegó sólo al 71 % de la alcanzada en el lote testigo, donde no se usaron métodos artificiales, sino polinización natural. En general, rindes de semilla de 50 a 150 kg ha⁻¹ y 1 a 3 semillas vaina⁻¹ indican un alto nivel de autofecundación.

Insectos polinizadores

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*), abeja alcalina (*Nomia melanderi*), abejorros (*Bombus* sp.), abeja de trompa larga (*Mellisodes* sp.), abeja carpintera (*Xylocopa* sp.) y otras de menor importancia (Martínez, 1987). Aunque la eficiencia de varias abejas silvestres es muy alta, las dificultades para su manejo y explotación han hecho que la producción de semilla de alfalfa –particularmente en los EE. UU.– se base solo en el uso de tres especies: abeja melífera, abeja cortadora de hojas y abeja alcalina (Martínez, 1987).

La actividad de las abejas depende de muchos factores, entre ellos: las condiciones ambientales (temperatura, vientos, humedad, etc.); el cultivar; el estado del alfar; la proximidad de otras plantas de floración simultánea; 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. En esos períodos hay poca o ninguna recolección de polen o néctar. Las abejas recolectoras prefieren plantas que crecen en suelos moderadamente secos y, al parecer, en estas condiciones la concentración de azúcar en el néctar es mayor (Martínez, 1987).

En cada área de cultivo es posible encontrar poblaciones de abejas nativas. Es frecuente la obtención de rendimientos relativamente altos en lotes de alfalfa ubicados cerca de montes naturales, donde una o más especies de insectos silvestres actúan como polinizadores naturales. Lamentablemente, estas situaciones son cada vez menos frecuentes, dado que las modernas prácticas de cultivo y el uso indiscriminado de agroquímicos han ido destruyendo esa fauna natural que cumple una importantísima misión.

Polinización con abejas melíferas (Apis mellifera)

Si bien la flor de la alfalfa es atractiva para las abejas melíferas, la cantidad real de ellas que visita las flores depende no solo del número, la fortaleza y la proximidad de las colmenas, sino también de la competencia de otras fuentes atractivas de polen y néctar existentes en el área. La relativamente fácil disponibilidad de colmenas y el ingreso adicional que supone la producción de miel convierten a la abeja melífera en el polinizador más común de las áreas productoras de semilla. Cuando los productores de semilla alquilan las colmenas, estas pueden concentrarse en un número mayor al recomendable para la producción de miel y –distribuidas uniformemente en un radio de aproximadamente 1,5 km– manipularse de manera que resulten eficientes polinizadores de la alfalfa (Marble, 1980; Martinez, 1987; Martinez *et al.*, 1983).

En los semilleros de alfalfa las abejas obreras son principalmente recolectoras de néctar (Martinez *et al.*, 1983) y, si bien visitan las flores rápidamente (alrededor de 14 minuto⁻¹), evitan el mecanismo de desenlace, llegando a fecundar solo el 1 % de las flores visitadas. De acuerdo a estimaciones realizadas, ese promedio de desenlace decrece aún más a medida que se avanza hacia el norte de los EE. UU. y Canadá, pero se incrementa al 2-3 % en el sudoeste desértico estadounidense. Por el contrario, las recolectoras de polen trabajan más lentamente (8 flores minuto⁻¹), pero desenlazan el 80 % de las flores visitadas, lo que hace que polinicen un promedio de 384 flores hora⁻¹ y sean 45 veces más eficientes como polinizadoras que las recolectoras de néctar. Lamentablemente, las recolectoras de polen no representan más del 1 al 5 % de la población de abejas (Martinez, 1988).

Bohart (1957) calculó que en plantas con buen potencial agronómico, una población de 7,17 abejas melíferas m^{-2} que solo desenlacen y fertilicen el 1 % de las flores visitadas, originan un rendimiento de semilla de 392,13 $kg\ ha^{-1}$. Una abeja recolectora de polen cada 10 m^2 desenlaza tantas flores como 5 recolectoras de néctar en la misma superficie. Tanto es así que si en observaciones a campo se determina que diariamente hay 18-30 % de flores desenlazadas, se puede inferir que en la colonia hay recolectoras de polen. Estos porcentajes se pueden incrementar manteniendo el cultivo en condiciones atractivas para las recolectoras de polen, empleando técnicas que minimicen la competencia de otras fuentes de polen (Martinez, 1988).

La lluvia impide el vuelo de las abejas, al igual que vientos superiores a los 40 $Km\ h^{-1}$ (Martinez *et al.*, 1983). Las abejas que provienen de colonias robustas alcanzan su punto de máximo vuelo cuando la temperatura es superior a 15 °C, mientras que las provenientes de colonias débiles no lo alcanzan hasta que la temperatura es superior a 20 °C. Las recolectoras de polen tienen picos de actividad entre 32 y 44 °C, pero las de néctar alcanzan su máxima actividad entre 32 y 35 °C (Franklin, 1951).

Manejo

Las colonias de abeja melífera usadas como polinizadoras requieren un manejo especial para maximizar su eficiencia. Entre los factores a considerar pueden mencionarse:

- a) una reina joven, activa, con buena capacidad de postura de huevos, acceso a dos pisos de la colmena y suficiente lugar para postura y producción de cría;
- b) una colonia fuerte, con un mínimo de 6.250 cm^2 de cría;
- c) abundantes obreras como para cubrir 8-10 marcos con una densidad de 4-5 abejas $pulgada^{-2}$ sobre las 3/4 partes de la superficie en ambas caras;
- d) disponer 8-10 colonias ha^{-1} , de manera tal que haya al menos 3-5 obreras m^{-2} ;
- e) distribución gradual de las colonias, colocando el 50 % cuando se alcanza el 25-40 % de floración, y el resto 7 a 10 días más tarde;

f) agrupación de las colonias de forma tal que haya entre 12 y 25 dentro del lote, lo que hace que el rango de vuelo de las abejas se superponga a intervalos de 100 a 150 m (Figura 10);

g) inspección frecuente de la fortaleza de la colonia desde que las primeras abejas se colocan en el campo, y realización de exámenes periódicos para extraer la miel y poner alzas adicionales por encima de la primera cámara, a fin de proveer suficiente área de postura para la reina;

h) implementación de un sistema de riego que posibilite un desarrollo lento pero continuo de flores atractivas;

i) en lo posible, eliminación de las fuentes de polen competitivo, haciendo coincidir los períodos de floración del cultivo con épocas de ausencia o escasez de otras fuentes alternativas de polen;

j) compensar la existencia de flores competitivas mediante el agregado de colonias adicionales (Martinez, 1988; Martinez, 1987; Poduska, 1980; Poduska, 1977; Stanger y Thorp, 1974);

k) aplicación de insecticidas solo cuando sea absolutamente necesario para mantener las plagas debajo del nivel de daño económico y usando los productos específicos que sean menos dañinos para las abejas (Bruno, 2004; Dughetti *et al.*, 1982; Garcia y Martinez, 1985); y

l) formalización de contratos escritos entre los productores de semilla y los apicultores, que aclaren los posibles puntos de controversia y especifiquen el alquiler de las colmenas. Debe reconocerse una compensación por la pérdida de miel, dado que una densidad de 8-10 colmenas ha⁻¹ es incompatible con una máxima producción de miel; además, la aplicación de insecticidas usualmente elimina o debilita las colmenas y reduce drásticamente el rendimiento de miel (Martinez, 1988; Martinez, 1987; Martinez *et al.*, 1980).

Un análisis del polen recolectado a lo largo del período de floración por las abejas de las colmenas colocadas en el lote de producción reveló un incremento en la recolección de polen de alfalfa, lo que a menudo está asociado con incrementos desde otras fuentes alternativas. Esto sugiere que el polen competitivo en realidad estimula a las abejas a recolectar más polen de todas las fuentes disponibles, incluyendo la alfalfa. Es común que se observen grandes diferencias en el número de

abejas recolectoras de polen entre dos lotes de alfalfa adyacentes, lo que indicaría la existencia de diferencias en la condición de las plantas más que la competencia de otras fuentes de polen. El riego es una de las prácticas de manejo que más afecta el número de abejas presentes en un lote (Marble, 1980; Martínez *et al.*, 1983; Poduska, 1977).



■ **Figura 10.** Ubicación de colmenas en un lote de producción.

Polinización con abeja cortadora de hojas (Megachile rotundata)

El himenóptero *Megachile rotundata* Fabricius es originario del sudoeste asiático y del sudeste europeo, y se caracteriza por su alta eficiencia en la polinización y su preferencia por la alfalfa, aun en presencia de otras fuentes de polen. Es una especie de hábitos gregarios para anidar, haciéndolo naturalmente en perforaciones de troncos y en tallos huecos de plantas herbáceas. Este comportamiento facilitó su semidomesticación y su multiplicación en gran escala mediante la construcción de domicilios artificiales a campo. Paralelamente, su importancia como polinizador despertó el interés por el estudio de su biología, a efectos de definir su manejo y su uso en la producción de semilla de alfalfa (Stephen y Torchio, 1961). Sobre estos últimos aspectos, existen numerosos trabajos que aportan importante información (Arretz y Martínez, 1979; Bacon, 1980; Bacon *et al.*, 1965; Bohart, 1972; Bohart, 1962; Erickson (Jr.) y Wilson, 1972; Hobbs, 1967; Johansen *et al.*, 1969; Klostermeyer, 1964; Stephen, 1972; Stephen, 1962; Stephen, 1961; Waters y Homan, 1975).

Manejo

El manejo invernal se concentra en proporcionarle un ambiente de baja temperatura (4° a 5 °C), destinado a uniformar y mantener el estado de diapausa de las larvas hasta la siguiente temporada. Se debe también controlar que la humedad relativa no sobrepase el 60 % a fin de evitar

la contaminación por hongos (Bacon *et al.*, 1965; Hobbs, 1967; Johansen *et al.*, 1969). Bajo estas condiciones, no solo se impide el daño de enemigos naturales, sino que se puede sincronizar la emergencia de los adultos con el inicio de la floración de la alfalfa. Para esto último, las larvas invernantes deben someterse a un proceso de incubación, con el que se rompe la diapausa invernal para iniciar la pupación, que permitirá completar el desarrollo y uniformar la emergencia de los adultos.

La incubación consiste en someter los estados inmaduros a temperaturas moderadas, entre 26° y 32 °C. La duración de este proceso es variable según la temperatura utilizada: a 26 °C insume unos 40 días y a 32 °C la emergencia se produce aproximadamente en 21 días (Martinez, 1991). A temperaturas inferiores a 26 °C la sincronización de la emergencia de adultos es muy pobre, mientras que por encima de 32 °C se produce una elevada mortalidad (Johansen *et al.*, 1969; Kronic y Hinks, 1972; Stephen y Osgood, 1965a). Para que el proceso se realice adecuadamente, se han diseñado cámaras especiales de incubación que proporcionan las condiciones apropiadas (Hobbs, 1967). Una vez que han emergido los primeros adultos, el material con las celdas ya está en condiciones de ser instalado en los domicilios de campo, donde se completará el proceso de emergencia.

Los domicilios son instalaciones destinadas a proporcionar un ambiente de nidificación para que las hembras construyan sus celdas y pernecten. Además de proporcionar la sombra adecuada al material de nidificación, deben también ofrecer protección a los insectos contra el viento, la lluvia, los pájaros, los enemigos naturales y los insecticidas. La entrada debe estar orientada hacia el este, de manera que reciban los rayos solares desde las primeras horas de la mañana y se induzca así la actividad de las abejas desde las primeras horas del día. Además de la suficiente ventilación y de poseer estructura sólida y liviana para su fácil traslado, deben contar con el espacio suficiente para albergar abundante material de nidificación para el aumento poblacional (Bacon *et al.*, 1965; Bohart, 1962; Erickson (Jr.) y Wilson, 1972). Las hembras anidan en galerías circulares, oscuras, de 5-6 mm de diámetro y 5-10 cm de longitud. Como material de nidificación se han utilizado numerosos elementos: pajuelas de papel encerado o de material plástico, maderas con perforaciones, papel corrugado, maderas o plásticos acanalados, bloques de

poliestireno expandido de alta densidad (telgopor), etc. (Arretz y Martínez; 1988; Bohart, 1962; Stephen, 1961). Los domicilios pueden ser unidades fijas de madera, con capacidad para 20.000 a 60.000 galerías de nidificación, o estructuras móviles de tamaño mediano a grande, con capacidad para 100.000 a 500.000 galerías de nidificación. Los primeros (pequeños y fijos) tienen bajo costo, pero proporcionan menor eficiencia de polinización (Figura 11). Los móviles y de mayor tamaño son más apropiados para polinizar superficies mayores y pueden ser trasladados dentro del lote según las variaciones de la floración; sin embargo, su mayor inconveniente es su alto costo.



Figura 11. Domicilio fijo de *M. rotundata* dispuesto en un lote de alfalfa.

El manejo de campo durante la temporada activa de los polinizadores, una vez instalado el material incubado en los domicilios, se basa en dos aspectos fundamentales: a) proporcionar suficiente material de nidificación, de manera de permitir el aumento poblacional; y 2) proporcionar una adecuada cantidad de flores para que los insectos pueden alimentarse suficientemente. Al final de la temporada, cuando la actividad de los adultos ha cesado y la temperatura ambiental comienza a decrecer, los nidos con celdas deben ser retirados del campo y mantenidos en diapausa a baja temperatura hasta la siguiente primavera (Arretz y Aracena, 1975; Bacon *et al.*, 1965; Bohart, 1962; Johansen *et al.*, 1969; Stephen, 1972).

Dinámica poblacional

El incremento poblacional anual depende del número de generaciones que se produzcan durante la temporada. En Oregon y California (EE. UU.) y en Chile es posible obtener, bajo excelentes condiciones climáticas, dos generaciones por temporada⁻¹ (Arretz y Aracena, 1975; Bacon *et al.*, 1965; Stephen, 1972; Stephen, 1962). En Utah (EE. UU.) y Alberta (Canadá) se produce una generación año⁻¹, y solo una pequeña fracción de las celdas

aprovisionadas al comienzo de la temporada da origen a una segunda generación (Bacon *et al.*, 1965; Kronic y Hinks, 1972). En el Valle Inferior del Río Colorado se han obtenido 1 o 2 generaciones año⁻¹ (Arretz y Martínez, 1978). Teóricamente, si se controlaran eficazmente los ataques de parásitos, predadores y enfermedades, las poblaciones podrían incrementar en 5 a 6 veces el número de individuos en cada temporada; sin embargo, la ocurrencia de esta situación es poco probable bajo condiciones reales. En Argentina, si bien en algunos años se ha llegado a un incremento poblacional de 2,5 veces, en la mayoría de los casos los incrementos logrados permitieron solamente recuperar la población inicial o alcanzar pequeños márgenes de aumento (Arretz y Martínez, 1979).

Densidad poblacional y polinización

Las estimaciones sobre la población necesaria de *Megachile rotundata* para una buena polinización se basan en la capacidad individual de la hembra como polinizadora a lo largo de su vida útil, en el número de celdas de nidificación que primariamente deben ubicarse en los domicilios de campo y en el número de celdas provisionadas durante la temporada. Para una buena polinización, el número de hembras activas necesarias se calcula en 15.000-25.000 ha⁻¹. De ese modo, y asumiendo que la proporción normal en una población es 1 hembra: 3 machos, sería necesario contar con 45.000-75.000 celdas ha⁻¹. En consecuencia, por un lado, el empleo de un domicilio móvil y grande ($\geq 1.000.000$ de celdas) debería ser suficiente para polinizar aproximadamente 20 ha. No obstante, cuando se trabaja bajo condiciones climáticas desfavorables, los requerimientos para una correcta polinización pueden llegar a más de 100.000 celdas hectárea⁻¹. Por otro lado, si los domicilios se trasladan a distintos sectores del lote durante la estación de polinización, la efectividad de los megachiles puede ser mayor. En Argentina, la correcta utilización de los megachiles ha posibilitado la obtención de rendimientos de semilla de alfalfa que superaron en 4 a 7 veces el promedio de la zona (Arretz y Martínez, 1988; Moschetti y Martínez, 1988/93).

Enemigos naturales y su control

Una de las principales causas de mortalidad de *Megachile rotundata* es el daño producido por sus enemigos naturales. Esta denominación

comprende diversos parásitos externos e internos, predadores, destructores de nidos y enfermedades. Se ha confeccionado una lista de 36 especies con estas características, que incluyen una bacteria, seis hongos, un ácaro y veintiocho insectos (Arretz, 1973; Bacon *et al.*, 1965; Johansen y Eves, 1966; Minacci *et al.*, 1965; Waters, 1966).

En Argentina se determinó la presencia de los parásitos *Monodontomerus obscurus* y *Dibrachys maculipennis*, del destructor de nidos *Vitula edmansae* y del hongo patógeno *Ascosphaera aggregata*, causante de la enfermedad conocida como "chalk brood". También fueron detectados los parásitos *Melittobia acasta*, *Horismenus albipes* y *Coelioxys* sp.; mientras que se ignora si el primero de ellos es nativo o introducido, los otros se presumen autóctonos. El meloideo *Nemognatha nigrotarsata* es un destructor nativo de nidos que ha provocado daños importantes a las poblaciones de *M. rotundata* establecidas en Santiago del Estero y San Juan. Más recientemente se detectó al microhimenóptero *Pteromalus apum*, considerado una especie muy dañina que parasita en Europa diversas especies de *Megachile* y que fuera introducido accidentalmente en América del Norte después de 1965. En nuestro país, los enemigos naturales que han provocado mayores perjuicios son *Melittobia acasta*, *Pteromalus apum* y *Ascosphaera agreggata* (Arretz y Martinez, 1988; Arretz y Martinez, 1978). El control de estos enemigos naturales debe planificarse de acuerdo a las características de su biología y al momento de ataque a los megachiles, ya sea durante la diapausa, la incubación o la etapa activa en el campo (Arretz, 1973; Arretz y Aracena, 1975; Bacon *et al.*, 1965; Johansen y Eves, 1967; Johansen y Eves, 1966; Waters, 1966).

Polinización con abejas silvestres

La denominación "abejas silvestres" se refiere a aquellas especies no utilizadas por el hombre para la producción de miel y no incluye a las abejas melíferas de apiarios o colonias silvestres. En este contexto, varias especies han sido reconocidas a través de los años como eficientes polinizadores de alfalfa (Bohart y Nye, 1976; Free, 1970; Linsley, 1958; Mc Gregor, 1976; Stephen *et al.*, 1969).

Salvo algunas excepciones, las abejas silvestres visitan la alfalfa para recoger polen y néctar. Muchas especies son muy diestras para producir el desenlace de las flores y obtener el polen; otras en cambio tienen

mayor dificultad (Bohart y Nye, 1976). Entre las especies solitarias, las de mayor tamaño tienen mayor amplitud de vuelo y usualmente son también más eficientes en el desenlace de las flores. Por lo general, las abejas pequeñas (<0,5 cm de largo) son incapaces de liberar el polen porque su peso es insuficiente para presionar la quilla y liberar la columna estaminal (Bohart y Nye, 1976; Gonzalez, 1980).

Free (1970), Mc Gregor (1976) y Stephen *et al.* (1969) clasificaron las familias y géneros más representativos de los polinizadores silvestres. La nómina completa de estas especies descritas en el mundo ronda las 19.000 (Linsley, 1958). En Argentina, los insectos nativos más eficientes en la recolección de polen incluyen a los abejorros *Bombus* sp. y *Megabombus* sp. y a especies del género *Megachile*. Entre aquellos insectos que desenlazan 10-20 flores minuto⁻¹ hay especies de los géneros *Nomia*, *Melissodes*, *Bombus*, *Megabombus*, *Megachile*, *Xylocopa* y *Anthophora* sp., destacándose que los últimos cinco están presentes en la Argentina (González, 1980). La mayor parte de las especies mencionadas anidan en el suelo, en troncos o trozos de madera, en pequeñas o grandes cavidades, y aun en superficies totalmente expuestas (Free, 1970; González, 1980; Mc Gregor, 1976; Stephen *et al.*, 1969).

Varios son los trabajos realizados en el país que se refieren a la identificación y el manejo de los polinizadores naturales y a su importancia en la producción de semilla de alfalfa (Barbosa y Aguiar, 1983; De Santis, 1974; Martinez *et al.*, 1989; Martinez *et al.*, 1988; Ochoa, 1980; Teson y Dagoberto, 1972; Teson *et al.*, 1976). Las especies más frecuentemente registradas en los muestreos e identificadas sistemáticamente son: *Colletes* sp.; *Megachile* sp.; *Caupolicana lugubris*; *Xylocopa splendidula*; *Xylocopa augusti*; *Bombus bellicosus* y *Bombus* sp. (Martinez *et al.*, 1988).

La presencia de polinizadores silvestres en algunas áreas marginales de Argentina es una de las principales causas de los altos rendimientos de semilla de alfalfa obtenidos. Dichas áreas, que reúnen ciertas condiciones ecológicas y se ubican en las cercanías de montes naturales, facilitan la supervivencia y las multiplicaciones de estas especies benéficas. Si bien la eficiencia polinizadora de estos insectos es muy alta, su manejo y su explotación se presentan como muy difíciles. Una alternativa interesante es implementar medidas proteccionistas a fin de mantener o incrementar sus poblaciones.

Nuevas áreas de producción de semilla de alfalfa suelen tener excelentes rendimientos iniciales, que luego decaen a los pocos años. La aplicación indiscriminada de insecticidas de amplio espectro para controlar insectos perjudiciales es una de las principales causas de esta merma, eliminando o reduciendo las poblaciones de los polinizadores silvestres. También contribuyen a esto la destrucción involuntaria de sitios de nidificación por el laboreo del suelo y la eliminación de plantas que proveen alimento alternativo, al florecer antes o después que la alfalfa.

Cosecha

La cosecha de semilla de la mayoría de las especies forrajeras ofrece inconvenientes que suelen provocar grandes pérdidas (Goss *et al.*, 1977; Harmond *et al.*, 1961; Jones Kepner, 1954; USDA, 1960). En alfalfa, los principales son: 1) condiciones climáticas desfavorables; 2) pobre preparación del terreno; 3) control deficiente de malezas; 4) inadecuado método de cosecha (hilerado, recolección y trilla o defoliado con cosecha directa); 5) ajuste incorrecto del equipo trillador, que produce trillado incompleto y daño de semillas; y 6) separación inadecuada de semilla y granza (Jones y Marble, 1961; Marble, 1976).

Las pérdidas de semilla en la cosecha son muy variables. En California, un trabajo que incluyó 15 cosechadoras en diferentes condiciones de trabajo reveló pérdidas de 0,54 % (3,3 kg ha⁻¹) a 38,7% (215 kg ha⁻¹), con una máquina que llegó a perder 398 kg ha⁻¹ en un lote donde se cosecharon 1.975 kg ha⁻¹ (Goss *et al.*, 1977). En experiencias realizadas en el Valle Inferior del Río Colorado con diversas cosechadoras, se registraron pérdidas de 67 a 256 kg ha⁻¹ (Harmond, 1974; Stephen y Moschetti, 1976). Si se considera que una pérdida de 3 a 4 kg ha⁻¹ es normal, debe tenerse en cuenta que la mala regulación del equipo puede ocasionar pérdidas de semilla mayores que la cantidad que se cosecha.

Métodos de cosecha

Hay dos métodos básicos de cosecha de semilla de alfalfa: a) hilerado y posterior recolección y trilla con cosechadora provista de recolector; y b) cosecha directa, previa aplicación de un defoliante. La elección de uno

u otro método está influenciada por: a) condiciones climáticas (vientos fuertes, rocíos nocturnos, lluvias); b) estado de madurez del stand y porcentaje de semillas inmaduras; c) largo de la estación de cosecha; d) factores económicos; y e) costumbres y preferencias de los productores (Goss *et al.*, 1979; Jones y Marble; 1961; Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979). La mayoría de los productores de semilla en la Argentina utilizaba, hasta hace algunos años, el método de hilerado (Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979; Stephen y Moschetti, 1976), mientras que en los EE. UU. –donde la alfalfa para semilla se cultiva intensamente– cerca de la totalidad de los productores usa el método de cosecha directa.

Hilerado

El cultivo debe ser hilerado cuando del 70 al 75 % de los carreteles viran al color marrón oscuro, pero antes que las vainas comiencen a abrirse. La operación debe efectuarse durante las horas del día de mayor humedad o cuando las hojas están húmedas por efecto del rocío (Smith y Melton, 1967). En general, cuando se deben cosechar cultivos de maduración tardía (con un alto porcentaje de vainas verdes) o cuando la humedad del suelo permanece alta, el hilerado permite obtener mayores rendimientos de semilla que el desecado y cosecha directa; ello se debe a que una alta proporción de semillas verdes completarán su madurez en la hilera (Marble, 1976; Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Roylance, 1968). La semilla está lista para cosecha cuando el contenido de humedad del follaje es del 12 % al 18 % (Bunnelle *et al.*, 1954).

Las pérdidas ocurridas en la barra de corte de la hileradora normalmente no exceden los 5 a 10 kg ha⁻¹ bajo condiciones óptimas de trabajo. Sin embargo, si la operación se realiza con tiempo muy seco o con fuertes vientos que desparraman las hileras antes de la cosecha, las pérdidas por el hilerado pueden exceder el 50 % de la semilla para cosechar (Goss *et al.*, 1979; Marble, 1976; Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982).

Cosecha directa

La preparación del cultivo para la cosecha directa se realiza aplicando un desecante químico cuando la casi totalidad de los carreteles se encuentran maduros, es decir, cuando más del 75 % de las vainas presenta un color marrón oscuro (Marble, 1976; Stephen y Moschetti, 1976). Para que la aplicación del desecante resulte más efectiva, 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 (Jones y Marble, 1961; Marble, 1976; Roylance, 1968) (Figura 12). 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 (Marble, 1976; Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979; Navarrete, 1967). Una vez que el cultivo se encuentra desecado –con un contenido de humedad en hojas y vainas de 15 a 20 % y de 50 % en tallos– debe iniciarse inmediatamente la cosecha, a efectos de evitar las grandes pérdidas que a partir de allí pueden ocurrir por desgrane. En áreas con altas temperaturas, la cosecha podrá efectuarse entre 2 y 4 días después de la defoliación, mientras que en áreas con temperaturas más bajas pueden requerirse entre 5 y 12 días de espera (Jones y Marble, 1961; Marble, 1976). Efectuando un correcto ajuste del equipo antes de la cosecha, las pérdidas producidas deberán oscilar solo de 10 a 20 kg ha⁻¹ (Goss *et al.*, 1977; Goss *et al.*, 1977; Goss *et al.*, 1979; Marble, 1976).



■ **Figura 12.** Cosecha directa de alfalfa.

Desecantes químicos

Los desecantes químicos o defoliantes son productos que, aplicados al cultivo, provocan una rápida y homogénea desecación del material verde con el que toman contacto, evitando el corte previo y permitiendo la

cosecha directa con la planta en pie. Como no se traslocan en la planta, no afectan el sistema radicular o la corona. Su efecto no es duradero y la planta rebrota normalmente al poco tiempo de aplicado el producto (Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979; Navarrete, 1967; Roylance, 1968). Históricamente, los más usados fueron diquat y paraquat, aunque desde hace tiempo solo se utiliza el último. Las dosis para aplicaciones terrestres oscilan entre 1 y 4 l ha⁻¹ de producto formulado, con un volumen de agua no menor a 100 l ha⁻¹ y con el agregado de un mojante no iónico al 0,10 % o 0,50 %. Para aplicaciones aéreas, la dosis de producto y mojante son las mismas, pero el volumen de agua debe ser ≥ 20 l ha⁻¹. La efectividad de estos productos se ve incrementada cuando la aplicación es sucedida por un período de horas sin luz, debido fundamentalmente a una mayor penetración del producto en el vegetal (Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982). Además de los dos productos citados, en EE. UU. se han usado entre otros: *dinoseb*, *pentaclorofenol*, *DNOC* y *endothal* (Jones, 1954; Jones y Marble, 1961; Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979; Navarrete, 1967; Roylance, 1968). Estos últimos no se encuentran disponibles en el mercado nacional. De todos ellos, el *dinoseb* fue durante mucho tiempo el de mayor uso para la cosecha directa de semilla de alfalfa en EUA (Jones, 1954; Jones y Marble, 1961; Marble, 1976; Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982).

Por un lado, la cosecha directa con desecantes químicos ofrece ventajas sobre el método del hilerado. Entre ellas pueden mencionarse: a) reducción de la incidencia de factores ambientales sobre la cantidad y calidad de la semilla obtenida, dado que durante el proceso de secado natural de las hileras, las lluvias, el rocío y la alta humedad relativa pueden provocar humedecimientos, inicio de procesos fermentativos, ardido y manchado de la semilla, mientras que los vientos pueden originar la diseminación del material cortado (González, 1959; Jones y Bunnelle; 1953; Marble, 1976; Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979; Mur, 1974; Navarro, 1958); y b) reducción significativa de pérdidas de semilla, lo que aumenta los rendimientos. Algunas experiencias arrojaron incrementos del 20 % al 32 % en el rendimiento de semilla a favor de la cosecha directa (González, 1959). Por otro lado, cuando el hilerado se realiza en

condiciones de baja humedad relativa y en presencia de fuertes vientos, las pérdidas de semilla pueden superar el 50 % (Goss, 1979; Marble, 1976). La cosecha directa con desecantes permite un secado rápido y homogéneo del cultivo, disminuyendo los riesgos del secado natural en el campo y evitando el uso del implemento recolector de las hileras. En el Valle Inferior del Río Colorado se lograron disminuir las pérdidas de semillas en más del 40 % (Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979). En resumen, la metodología de la cosecha directa con desecantes implica simplificar la operación y tener una mayor seguridad de cosecha. En lo referente a la calidad del producto, se ha comprobado que la aplicación del defoliante no afecta la germinación de las semillas, aunque puede aumentar ocasionalmente el número de semillas duras (Navarrete, 1967). Tampoco se han observado problemas de manchado ni reducción del valor cultural de la simiente (Moschetti y Dell'Agostino, 1990; Moschetti y Dell'Agostino, 1982; Moschetti y Dell'Agostino, 1979). Finalmente, debe mencionarse que los incrementos de rendimiento justifican el relativamente elevado costo del desecante.

Doble cosecha

Es posible efectuar dos cosechas de semilla en un mismo ciclo productivo, si se dan ciertas condiciones: larga estación de crecimiento, clima favorable, elección apropiada de la variedad (sin o con muy poco reposo invernal), disponibilidad de polinizadores para ambas cosechas, posibilidad de regar inmediatamente de realizada la primera cosecha, etc. En el país, algunas zonas productoras de Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza permiten el manejo de los cultivos para la realización de dos cosechas en la temporada: una a fines de diciembre/principios de enero y la otra a fines de marzo/principios de abril.

Adaptación y regulación de la máquina cosechadora

La mayoría de las cosechadoras convencionales pueden ajustarse y modificarse para efectuar un eficiente trabajo de cosecha de semilla de alfalfa. En lotes hilerados, los mejores resultados se obtuvieron cuando la plataforma de la cosechadora fue equipada con un aparato recolector de lonas que gira a una velocidad 10 a 15 % superior a la velocidad de

avance de la cosechadora. Esto debe complementarse con la colocación de un tirante de madera sobre la barra de corte, para evitar pérdidas de semilla y carreteles sin trillar por el frente de la plataforma (Goss, 1975).

Si se utiliza el método de cosecha directa, se aumenta la eficiencia de la operación colocando una cuchilla de corte vertical en el lateral derecho de la plataforma de corte de la cosechadora, en reemplazo del tradicional divisor de cultivo (Figura 13). Para cultivos implantados en hileras distanciadas, se hace necesario el uso de puntones levantadores. El molinete se utiliza solamente en el caso de cultivos ralos. La velocidad del sinfín de la plataforma debe reducirse aproximadamente al 50 % de la recomendada por el fabricante, a efectos de evitar atoramientos del material que entra al acarreador. La detallada observación de lo anteriormente citado, además de la precaución de realizar un corte lo más bajo posible cuando el terreno es parejo, minimiza las pérdidas durante la cosecha (Goss, 1975; Goss *et al.*, 1977; Harmond *et al.*, 1961; Marble, 1976; Moschetti y Dell'Agostino, 1982).



■ **Figura 13.** Cosechadora con plataforma provista de picos sopladores (air jet) y cuchilla de corte vertical.

La velocidad de avance de la cosechadora está en función de la cantidad de heno y semilla que entra a la máquina. Normalmente, la velocidad de avance más adecuada varía de 1 a 3 km h⁻¹, manteniendo así una dosis uniforme de alimentación de material de 45 a 66 kg min⁻¹ (Goss *et al.*, 1979). En cuanto al cilindro trillador, el más usado es el de barras

estriadas. La abertura cilindro-cóncavo no debe ser mayor de 10 mm en la parte anterior y no menor de 3,1 mm en la posterior (Goss, 1979). Por un lado, una excesiva velocidad del cilindro es la causa más importante de daño y de bajo poder germinativo de la semilla cosechada; por otro lado, una baja velocidad del cilindro incrementa la pérdida de simiente no trillada. El ajuste de la velocidad del cilindro se hace sobre la base de su velocidad periférica, siendo los valores recomendados 1.280-1.465 m min⁻¹ para cultivos hilerados y 1.220-1.525 m min⁻¹ para cultivos desecados (Goss, 1979, 1975; Jones *et al.*, 1950). Las pérdidas de semilla pueden ser minimizadas con un correcto ajuste del zarandón, del sacapajas, de la intensidad de los vientos y del uso de zarandas apropiadas (Bunnelle *et al.*, 1954; Goss *et al.*, 1977; Jones *et al.*, 1950).

Pérdidas de semilla en la cosecha

Se han estudiado diversas técnicas para estimar el total de pérdidas de semilla ocurridas durante la operación de cosecha (Goss, 1975; Goss *et al.*, 1977; Goss *et al.*, 1979; Harmond *et al.*, 1961; Klein *et al.*, 1961). Tradicionalmente, solo se consideraron las pérdidas por la parte posterior de la cosechadora, ya sea como simiente trillada o carreteles sin trillar. Estos valores de pérdida oscilan entre 1,5 % y 30 % del total de semilla natural cosechada, cuando se utilizan equipos de cosecha minuciosamente ajustados (Goss, 1975). Estimaciones realizadas en California sobre cultivos desecados han señalado que la mayor parte del total de las pérdidas de semilla ocurren en la plataforma de corte, habiéndose determinado valores de 20 a 60 kg ha⁻¹ en situaciones normales y de hasta 400 kg ha⁻¹ en cultivos de altos rendimientos (Goss *et al.*, 1977). Estas pérdidas pueden producirse en varios sectores de la máquina, a saber:

- Cuchilla de corte: su acción produce un importante desgrane en cultivos previamente desecados. Experiencias realizadas demostraron que las pérdidas mínimas ocasionadas por la cuchilla de corte eran siempre más del doble de las verificadas en la cola de la máquina, cuando esta funcionaba adecuadamente y en buenas condiciones de trilla. El uso del sistema de cabezal con picos sopladores (*air jet*) montados sobre puntones levantadores redujo 46 % en promedio las pérdidas por desgrane (Figura 12) (Goss *et al.*, 1977). Este sistema de cosecha, construido en el país, fue evaluado en el Valle

Inferior del Río Colorado, con resultados altamente satisfactorios (Moschetti, 1994; Moschetti, 1993).

- Divisor de cultivo de la plataforma de corte: en una plataforma convencional, el divisor de cultivo produce importantes pérdidas de semilla y de carreteles sin trillar cuando se cosecha un lote desecado. El uso de la cuchilla de corte vertical, en reemplazo del divisor, evitó pérdidas de semilla de hasta 50 kg ha^{-1} (Goss, 1979; Moschetti, 1994).
- Puntón levantador: durante la cosecha directa con plataforma convencional, una gran cantidad de tallos volcados quedan entre las hileras sin ser cortados, principalmente en cultivos en hileras distanciadas. El uso de puntones levantadores en la plataforma de corte evita estas importantes pérdidas de semilla, que pueden llegar a 150 kg ha^{-1} (Goss, 1979; Goss *et al.*, 1977; Moschetti, 1994).
- Daño mecánico de la semilla cosechada: una semilla dañada es la que presenta en cualquiera de sus componentes (tegumentos, radícula, cotiledones o embrión) fracturas, magulladuras, rajaduras o roturas que afectan negativamente su poder germinativo (Goss *et al.*, 1977; Jones, 1978; Stephen y Moschetti, 1976). Durante la cosecha, el daño mecánico de la semilla se produce en el cilindro trillador por: a) excesiva velocidad periférica (la óptima oscila entre 1.220 y $1.524 \text{ m minuto}^{-1}$); b) abertura cilindro-cóncavo demasiado pequeña (la óptima no es menor a 3 mm); c) insuficiente alimentación de paja y granza al cilindro, que no otorga adecuada protección a la semilla; y d) contenido de humedad de la semilla demasiado bajo.

Con un ajuste adecuado del equipo trillador, principalmente de la velocidad del cilindro, el daño de la semilla se puede reducir a valores de solo el 2 % y el poder germinativo superar el 90 % (Goss, 1979; Harmond, 1974). En el Valle Inferior del Río Colorado, en una experiencia que incluyó ocho cosechadoras, se determinó que el daño mecánico oscilaba entre el 3,5 % y el 17,5 %; en todos los casos la causa principal fue la excesiva velocidad del cilindro trillador (Harmond, 1974).

Manejo poscosecha

Una vez realizada la cosecha es aconsejable remover o destruir el rastrojo lo antes posible. Este puede ser retirado mediante rastras, enfardado o

quemado. Los restos vegetales deben eliminarse para un mejor control de la avispa de la alfalfa. Un riego de poscosecha mantendrá el vigor de las plantas, ayudará en la germinación de las plantas voluntarias y acelerará la putrefacción de las semillas infectadas por la avispa (Rincker *et al.*, 1987).

Consejos generales de manejo

- Corte de primavera: en cultivos para producción de semilla, el momento de máxima floración debe coincidir con el período de mayor actividad de los polinizadores, de acuerdo a las particularidades de cada área productora y a las especies de polinizadores presentes. El corte en primavera es utilizado para controlar malezas, reducir el desarrollo vegetativo del cultivo como consecuencia de excesivos riegos invernales, proveer forraje, o regular la floración. En relación con esto último, el objetivo es diferir la floración para una época más favorable, sea por problemas de polinización o climáticos.
- Tanto la bibliografía existente como los antecedentes prácticos presentan opiniones dispares respecto a la conveniencia de realizar el corte de primavera y su incidencia en los rendimientos de semilla. En San Juan, por ejemplo, donde los cultivos son conducidos normalmente para la obtención de dos cosechas, se ha observado una mayor fecundación de flores en plantas que no habían sido cortadas en primavera; además, al adelantarse la floración, se anticipa también la primera cosecha, eludiendo el riesgo de las lluvias de verano. La no realización del corte de primavera ofrece ventajas económicas y prácticas, dado que se suprimen varias labores culturales (corte, rastrillado, enfardado, riego adicional y carpida mecánica).
- Reguladores de crecimiento: en la producción comercial de semilla de alfalfa no suelen usarse reguladores de crecimiento o estimuladores de la floración. Varias experiencias realizadas con estos productos en Washington y California no han producido incrementos de los rendimientos (Rincker *et al.*, 1987).
- Esquema de manejo: las diferencias entre las distintas áreas productoras (suelo, clima, infraestructura, tradición, etc.) originaron diferentes sistemas de producción de semilla de alfalfa, que deben ajustarse en cada caso particular. No obstante, es posible resumir algunos esquemas de manejo generales para cada estación del

año, tanto para cultivos en implantación (a) como para cultivos establecidos (b):

- Otoño: a) siembra, riegos, aplicación de herbicidas, raleo del nuevo stand e inscripción de lotes para su certificación; y b) cosecha, eliminación del rastrojo, riego para estimular la germinación de malezas y plantas de resiembra, laboreo entre hileras, raleo de plantas establecidas y reinscripción de lotes para certificación.
- Invierno: a) riegos y labores entre hileras; y b) riegos y aplicación de herbicidas.
- Primavera: a) y b) riegos, labores entre hileras, aplicación de herbicidas para control de gramíneas, control de insectos e inicio del programa de polinización.
- Verano: a) y b) riegos (solamente los necesarios), control de insectos, finalización de la incorporación de polinizadores y cosecha.

Producción de semilla fiscalizada

Las áreas de producción intensiva de forraje de alfalfa –para las cuales se desarrollan los cultivares– son generalmente muy poco aptas para la producción de semilla. En esos ambientes, los rendimientos son muy bajos y la semilla obtenida presenta no solo mala calidad, sino también alta proporción de autofecundaciones, con lo que disminuye su valor genético. Estos hechos hacen que la producción industrial de semilla de alfalfa deba concentrarse en áreas ecológicamente aptas y con condiciones ambientales muy distintas a las de su uso forrajero. Sin embargo, después de algunos años, la presión ejercida en esos ambientes a través de la selección natural –que permite sobrevivir solo a los genotipos mejor adaptados– origina cambios en la identidad genética de los cultivares. En ese contexto, si no se restringen el número de generaciones y la cantidad de años posibles de cosecha en cada categoría, el producto obtenido es muy diferente al originariamente implantado.

Basado en los conceptos anteriores, se definió en los EE. UU. una secuencia de generaciones limitadas para la producción de semilla certificada, que reconoce cuatro categorías o clases de semilla:

- a) prebásica, madre o del criador (*"breeder"*): producida en el área de adaptación y uso, bajo la supervisión directa del criador u obtentor;
- b) básica o fundación: usualmente, aunque no siempre, producida en el área de adaptación; cuando se multiplica fuera de esta, deben respetarse la latitud y prácticas de manejo del área de adaptación; además, los lotes deben ser visitados todos los años por el criador, a fin de mantener la pureza fenotípica de la variedad;
- c) registrada o 1.º multiplicación: se produce prácticamente en forma exclusiva fuera del área de adaptación; y
- d) certificada o 2.º multiplicación: se produce exclusivamente fuera del área de adaptación y es la semilla destinada al gran cultivo para la producción de forraje.

Normas de certificación

Como ya fuera señalado, la multiplicación de variedades de alfalfa fuera de su área de desarrollo y adaptación debe contemplar restricciones en cuanto a: 1) generaciones de multiplicación; 2) edad de los lotes; 3) aislamiento de los lotes respecto de otros de la misma especie o variedad; 4) control de plantas extrañas; y 5) exclusión de prácticas culturales y de manejo que puedan tener efectos indeseables en los hábitos de crecimiento, floración y producción de semilla. Todos estos requisitos son esenciales para prevenir cambios genotípicos en las variedades bajo el programa de multiplicación.

En la Argentina, la producción de semilla de alfalfa es de fiscalización obligatoria, lo que implica que solo puede comercializarse semilla de alfalfa fiscalizada y de aquellos cultivares que estén inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares. Para ello, y en el marco que fija la Ley Nacional de Semillas y Creaciones Fitogenéticas N° 20.247, el Instituto Nacional de Semillas (INASE) –organismo dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación– establece para la alfalfa las siguientes normas de certificación (RS INASE 257, 2003):

- Condiciones del campo. Los cultivos deberán establecerse en lotes donde no se hayan realizado cultivos de alfalfa en el número de años

inmediatamente anteriores según la escala que se detalla a continuación: original: 3 años, registrada: 2 años, y certificada: 1 año.

- Aislamiento. Las distancias mínimas con otros lotes de alfalfa serán:
 - a) Entre diferentes cultivares: original: se sembrará con semilla prebásica (madre o breeder) a 200 m de distancia; registrada: se sembrará con semilla original a 100 m de distancia; y certificada: se sembrará con semilla registrada a 50 m de distancia.
 - b) Entre lotes de alfalfa del mismo cultivar y diferente categoría se sembrarán a 10 m de distancia. En casos de lotes sembrados sin aislamiento, una franja de 10 m de la categoría superior contigua a la inferior pasará a integrar esta.
- Tolerancia del cultivo. Se admitirán como máximo las siguientes cantidades de plantas que no correspondan al cultivar inscripto: original: no más de 2 plantas cada 1000 plantas; registrada: no más de 5 plantas cada 1000 plantas; y certificada: no más de 10 plantas cada 1000 plantas.
- Esquema de multiplicación. El criador u obtentor indicará las categorías (N.º de generaciones) y el número de cosechas dentro de cada generación.
- Técnica del cultivo. Original y registrada: se deberá sembrar en líneas distanciadas a no menos de 0,65 m; y certificada: se podrá sembrar al voleo o en líneas; si se siembra al voleo o en líneas a menos de 0,65 m, se fiscalizará el cultivo por no más de tres años.
- Tolerancias de germinación y pureza físico-botánica de la semilla de alfalfa de cada categoría:

Categoría	Mínimo pureza (%)	Mínimo poder germinativo (%)	Máximo materia inerte (%)	Máximo semillas extrañas (%)
Original	99,5	85	0,5	0,5
Registrada o 1. ^a multiplicación	99,0	85	1,0	1,0
Certificada o 2. ^a multiplicación	98,5	85	1,5	1,5

Número máximo permitido de semillas de otras especies en una muestra de 50 g:

N.º de semillas 50 g muestra ¹	Certificada	Registrada	Original
Sorgo de Alepo (<i>Sorghum halepense</i>)	4	libre	libre
Abrepuños (*)	4	4	libre
Llantén (<i>Plantago</i> sp.)	4	4	libre
Cardos (**)	4	libre	libre
Trébol de olor (<i>Melilotus</i> sp.) (***)	5	3	1
Rúcula (<i>Eruca sativa</i>)	4	libre	libre
<i>Cuscuta</i> sp.	1	libre	libre
Total	6	6	1

(*) Abrepuños: *Centaurea melitensis*, *C. calcitrapa* y *C. solstitialis*.
 (**) *Carduus acanthoides*, *Carduus pycnocephalus*, *Cirsium vulgare*, *Silybum marianum*, *Cynara cardunculus* y *Onopordon acanthium*.
 (***) *Melilotus*: *M. alba*, *M. indica* y *M. officinalis*.

Consideraciones finales

La alfalfa es uno de los pilares de la producción ganadera argentina, de modo que la producción nacional de semilla de variedades adaptadas adquiere una importancia estratégica. Para ello, la actividad debe considerarse como una industria especializada, separada totalmente de la producción de forraje, y en donde las diferentes condiciones ambientales (variaciones en precipitaciones y temperatura, textura y profundidad de suelo, etc.) implican el uso de distintos sistemas de producción,

Entre los factores claves para la obtención de altos rendimientos, se destacan la existencia de un período relativamente libre de precipitaciones desde floración a cosecha, una baja densidad de siembra, el uso de hileras distanciadas, un adecuado control de malezas e insectos perjudiciales, un eficiente manejo del riego, un apropiado uso de polinizadores y una ajustada regulación de la maquinaria de cosecha (Echeverría, 1993b; Marble, 1987).

Hay una serie de principios desarrollados a través de la investigación que son conocidos y difundidos, tales como densidad de siembra, dis-

tancia entre hileras, control de malezas y uso de insecticidas. Otros, como riego y polinización, son influenciados por diversos factores y los principios científicos deben interrelacionarse con la experiencia y el conocimiento de cómo estos factores influyen e interaccionan. Si cualquier factor o principio es ignorado, el resultado será la obtención de bajos rendimientos.

A fin de afianzar la producción nacional de semilla de alfalfa es fundamental el rol estratégico de los entes gubernamentales en cuanto a la aplicación de la Ley Nacional de Semillas. De este modo, protegiendo tanto a los semilleros como a los usuarios, se podrá obtener semilla en cantidad y calidad adecuadas, evitando la producción y la comercialización de semilla ilegal o “bolsa blanca”.

Por un lado, es un tema de relevancia en los últimos años la difusión ilegal de alfalfas transgénicas con tolerancia al glifosato de amonio (“Alfalfas RR”), que se ha convertido en un serio problema para la producción nacional de semilla convencional derivado del flujo génico mediado por polen o semilla. Por otro lado, en 2018 se desreguló en el país el uso de la tecnología HarvXtra (baja lignina) apilada con un evento RR (tolerante a glifosato de amonio). De acuerdo a restricciones impuestas por la empresa propietaria de la tecnología, estas alfalfas se comercializan solo para la producción de heno, henolaje o forraje para pastoreo. En consecuencia, no está contemplada la producción de semilla en el país bajo ninguna circunstancia; toda la semilla que se comercialice será producida en los EE. UU.

De todos modos, sea por la producción ilegal de semilla RR o por uso legal de la tecnología HarvXtra + RR, es importante promover una serie de acciones que tiendan a disminuir al mínimo posible la presencia indeseada de transgenes en alfalfas convencionales (no transgénicas). El objetivo es proteger la industria nacional de semillas y evitar problemas en la producción de forraje y miel que sea destinada a mercados sensibles a la presencia de transgénicos. Entre las acciones más importantes están: a) implantación de lotes de multiplicación con semilla que no registre presencia detectada de transgénicos; b) la utilización de distancias de aislamiento entre variedades transgénicas y convencionales mayores a las estipuladas por la legislación, sugiriéndose distancias cercanas a 5 km para el caso de utilizar abejas melíferas como poliniza-

dores o bien a 600 metros para megachiles; y c) la limpieza de equipos de siembra y de cosecha, como así también, el control permanente de los procesos de limpieza, clasificación y pildorado de la semilla. Complementariamente, sería interesante analizar la posibilidad de declarar zonas libres de transgénicos para la producción especializada de semilla de alfalfa.

BIBLIOGRAFÍA

AMORENA, J. 1993. *Manejo del cultivo de alfalfa para semilla en Catamarca. IV Jornadas Nacionales de Alfalfa. I Simposio Nacional de Alfalfa. Resúmenes. Villa María, Córdoba, Argentina. 53-54 pp.*

ARAGÓN, J. 1990. *Manejo integrado de plagas.: Primeras Jornadas de Producción de Semilla de Alfalfa. Agro de Cuyo. Jornadas N.º 2. Centro Regional Cuyo. INTA. Mendoza (Argentina).34-52 pp.*

ARAGÓN, J.; J. IMWINKELRIED. 2007. *Capítulo 9. Manejo integrado de plagas de la alfalfa. En: BASIGALUP, D.H. (Ed.). El cultivo de la alfalfa en la Argentina. INTA, Buenos Aires. 165-197 pp.*

ARRETZ, V.P. 1973. *Factores de mortalidad de Megachile rotundata (Fabricius) en Chile. Revista Chilena de Entomología 7:59-78.*

ARRETZ, V.P.; E.M. MARTINEZ. 1988. *Utilización de Megachile rotundata Fab. en la producción de semilla de alfalfa. Boletín de Divulgación N.º 10. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 20 p.*

ARRETZ, V.P.; E.M. MARTINEZ. 1980. *Utilización de Megachile rotundata en la producción de semilla de alfalfa. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.º 391-392: 53-63.*

ARRETZ, V.P.; E.M. MARTINEZ. 1979. *Manejo y utilización de insectos polinizadores en la producción de semilla de alfalfa en la Argentina. Informe Proyecto Alfalfa FAO-INTA. Argentina. 75/006, 36 p.*

ARRETZ, V.P.; E.M. MARTINEZ. 1978. *Manejo y utilización de Megachile pacifica en la producción de semilla de alfalfa en la Argentina. Informe Proyecto Alfalfa FAO-INTA. Argentina. 75/006, 63 p.*

ARRETZ, V.P.; L.D. ARACENA. 1975. *Utilización de Megachile rotundata Fab. en la polinización de la alfalfa. Boletín Técnico N.º 40. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. 15-37 pp.*

BASIGALUP, D.; R. ROSSANIGO; M.V. BALLARIO. 2007. *Capítulo 1. Panorama Actual de la Alfalfa en la Argentina. En: BASIGALUP, D.H. (Ed.). El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina. INTA, Buenos Aires. 13-25 pp.*

BACON, O.G. 1980. *Control integrado de las plagas en semilleros de alfalfa. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.º 391-392: 34-42.*

BACON, O.G.; V.E. BURTON; J.W. MACSWAIN; V.L. MARBLE; W.P. STANGER; R.W. THORP. 1965. *Pollinating alfalfa with leaf cutting bees. California University Agric. Ext. Service. AXT 160. 13 p.*

BARBOSA, M.; M.T. AGUIAR 1983. *Estudio de la fauna polinizadora de la alfalfa. Informe preliminar temporada 82/83. Ministerio de Asuntos Agrarios. La Plata, provincia de Buenos Aires. 3 p.*

BOHART, G.E. 1957. *Pollinating of Alfalfa and Red Clover. Ann. Rev. Ent. 2: 355-380.*

- BOHART, G.E. 1972. *Management of wild bees for the pollination of crops*. *Ann. Rev. Ent.* 17: 287-312.
- BOHART, G.E. 1962. *How to manage the leaf cutting bee for alfalfa pollination*. *Utah Agric. Exp. Station. Circ. Bull.* 97. 7 p.
- BOHART, G.E.; W.P. NYE. 1976. *Insect pollinators of alfalfa grown for seed. Insects and nematodes associated with alfalfa in Utah*. *Utah Agric. Exp. Station. Bull.* 494. 33-45 pp.
- BOLTON, J.L. 1956. *Alfalfa seed production in the Prairie Provinces*. *Canada Dept. Agric. Public. N.° 984.* 12 p.
- BRASE, R.J. 1987. *Growing alfalfa seed on a perched water table*. *Proc. Alfalfa Seed Prod. Symp. Fresno, Coop. Ext. California. Univ. of Calif.* 49-51 pp.
- BRUNO, S.B. 2004. *Intoxicación con plaguicidas*. *Ciencia y Abejas N.° 50.* 5-9.
- BUNNELLE, P.R.; L.G. JONES; J.R. GOSS. 1954. *Seed harvest some grass and legume crops*. *Agr. Eng.* 35: 554-558.
- BURRIL, L.C.; W.S. BRAUNWORTH JR.; R.D. WILLIAM; R. PARKER; D.G. SWAN; D.W. KIDDER. 1988. *Pacific North West Weed Control Handbook*. *Extension Services of Oregon State Univ., Washington State Univ. & Univ. of Idaho.* 68-74 pp.
- CABRAL, D.R.; J.A. PEREYRA; M.A. OCHOA. 1985. *Alfalfa. Producción de semillas*. *Folleto N.° 78 Dirección Regional Mendoza, INTA. (Argentina).* 24 p.
- CASTRO, T.S.; M.A. LLOTTA; H. AMAT. 1990. *Producción de semilla de alfalfa con diferentes regímenes de riego y método de cosecha*. *Primeras Jornadas de Producción de Semilla de Alfalfa. Agro de Cuyo. Jornadas N.° 2 Centro Regional Cuyo. INTA. Mendoza (Argentina).* 22-28 pp.
- CRAGNAZ, A. 1990. *Necesidades y perspectivas de la semilla de alfalfa en las diferentes zonas de consumo*. *Primeras Jornadas de Producción de Semilla de Alfalfa. Agro de Cuyo, Jornadas N.° 2. Centro Regional Cuyo, INTA. Mendoza (Argentina).* 6-10 pp.
- CUDNEY, D.W.; S. ORLOFF. 1988. *Rhizome johnsongrass control in established alfalfa*. *Western Society of Weed Science. Research Progress Report. Fresno, California.* 150-151 pp.
- DAWSON, J.H. 1986a. *Dodder control in alfalfa*. *Proc. 38th Annual California Weed Conference. Fresno, California.* 149-153 pp.
- DAWSON, J.H. 1986b. *Glyphosate controls attached dodder selectivity in alfalfa*. *Proc. Western Soc. of Weed Science.* 208-209 pp.
- DAWSON, J.H.; C.M. RINCKER. 1982. *Weeds in new seedlings of alfalfa (Medicago sativa) for seed production: Competition and weed control*. *Weed Sci.* 30: 20-25.
- DAWSON, J.H.; F.M. ASHTON; W.V. WELKER; J.R. FRANK; G.A. BUCHANAN. 1984. *Dodder and its control*. *Agric. Res. Serv. and Ext. Serv. USDA Farmer's Bull. N.° 2276,* 24 p.
- DE SANTIS, L. 1974. *Megaquilas polinizadoras de la zona de Bellocq*. *Ministerio de Asuntos Agrarios 1 (2):* 9-11 (Bs. As., República Argentina).

- DELL' AGOSTINO, E. 1993. *La producción de semillas forrajeras. Su perspectiva en la Argentina. Revista de la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales (Argentina)* 6 (20): 11-13.
- DELL' AGOSTINO, E. 1990. *Control de malezas en el cultivo de alfalfa para semilla. Primeras Jornadas de Producción de Semilla de Alfalfa. Agro de Cuyo. Jornadas N.° 2. Centro Regional Cuyo. Mendoza, INTA. (Argentina).* 68-72 pp.
- DELL' AGOSTINO, E.; C.J. MOSCHETTI; E.M. MARTINEZ. 1987. *Producción de semilla de alfalfa en el valle bonaerense del Río Colorado. Boletín de Divulgación N.° 8. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina).* 10 p.
- DOVRAT, A.; D. LEVANON; M. WALDMAN. 1969. *Effect of plant spacing on carbohydrates in roots and on components of seed yield in alfalfa (Medicago sativa L.). Crop Sci.* 9: 33-34.
- DUGHETTI, A.C. 1981. *Contribución a la evaluación del daño de Bruchophagus roddi Gussakovskii (Hymenoptera, Eurytomidae) en semilla de alfalfa. Informe Técnico N.° 22. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina).* 20 p.
- DUGHETTI, A.C.; E.M. MARTINEZ; J.M. GARCIA. 1982. *Control integrado de plagas en el cultivo de alfalfa para semilla. Boletín de Divulgación N.° 5 EEA Hilario Ascasubi, INTA (Argentina).* 9 p.
- DUGHETTI, A.C.; C.J. MOSCHETTI. 1990. *Control químico de trips en un cultivo de alfalfa para semilla. Informe Técnico N.° 33. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina).* 8 p.
- ECHEVERRÍA, E.M. 1993a. *Determinación del potencial de semilla de cultivares de alfalfa. IV Jornadas Nacionales de Alfalfa y I Simposio Nacional de Alfalfa. Resúmenes. Villa María. Córdoba. Argentina.* 57-58 pp.
- ECHEVERRÍA, E.M. 1993b. *Producción de semilla de alfalfa en áreas bajo riego: Potenciales de rendimiento y principios claves en la producción. Primeras Jornadas Nacionales de Producción de Semillas y Mejoramiento Genético de Especies Forrajeras. Conferencias y Resúmenes. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina.* 31c-33c pp.
- ECHEVERRÍA, E.M.; C.E. CEREZO. 1990. *Producción de semilla de alfalfa en la Provincia de San Juan: relevamiento de cultivos. Primeras Jornadas de Producción de Semilla de Alfalfa. Agro de Cuyo. Jornadas N.° 2. Centro Regional Cuyo, INTA. Mendoza (Argentina).* 16-20 pp.
- ERICKSON (JR.), E.H.; W.T. WILSON. 1972. *Management of the alfalfa leaf-cutter bee in Colorado. Bull.* 552. Colorado State University. 17 p.
- ERWIN, D.C.; D. LEHMA. 1974. *Summer stand depletion of alfalfa in the low desert Valleys of Southern California. Proc. California and Arizona Low Desert Alfalfa Symp.* 58-64 pp.
- FICK, G.W.; D.A. HOLT; D.G. LUGG. 1988. *Capítulo 5. Environmental physiology and crop growth. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES; R.R. HILL (Ed.). Alfalfa and Alfalfa Improvement. Agronomy Series N.° 29. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI, EUA.* 163-194 pp.
- FISHER, W.B. 1980. *Control de malezas en la producción de semilla de alfalfa. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.° 391-392: 23-34.*

- FISHER, B.B. 1977. *Evaluation of herbicides for vegetation management in alfalfa seed production. University of California. Coop. Ext. Fresno. Runcina. Vol. 16. 33 p.*
- FRANKLLN, W.W. 1951. *Insects affecting alfalfa seed production in Kansas. Kansas Agric. Exp. Station Tech. Bull, 70 p.*
- FREE, J.B. 1970. *Insects pollinations of crops. London Acad. Press, 544 p.*
- GARCIA, J.M.; E.M. MARTINEZ. 1985. *Plaguicidas: cómo evitar el daño en abejas melíferas. Boletín de Divulgación N.° 7 EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 5 p.*
- GOLDMAN, A.; A. DOVRAT. 1980. *Irrigation regime and honey bee activity as related to seed yield in alfalfa. Agron. J. 72: 961-965.*
- GONZALEZ, L.E.M. 1959. *Los defoliantes en la cosecha de semilla de alfalfa. Lucha contra la Maleza. Revista Arg. de Agronomía, Suplemento N.° 3: 144-145.*
- GONZALEZ, R. 1980. *Insectos polinizadores y ecología de la polinización. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.° 391-392: 43-48.*
- GOPLIN, B.P. 1976. *Row spacing for alfalfa seed production. Agric. Canada Res. Branch. Forage Notes 21 (1): 6.*
- GOPLIN, B.P. 1975. *Wide row spacing for alfalfa seed production is important. Agric. Canada Res. Branch. Forage Notes 13 (20): 18-19.*
- GOPLIN, B.P.; L.G. SONMOR. 1976. *Heavy irrigation reduces alfalfa seed yields. Agric. Canada Res. Branch. Forage Notes 21(1): 12-14.*
- GOSS, J.R. 1979. *Harvesting alfalfa seed. Curso de Producción de Semilla de Alfalfa. Proyecto Programa Alfalfa FAO-INTA. Argentina, 15 p.*
- GOSS, J.R. 1975. *Combine operation and adjustment for harvesting alfalfa seed. Proc. Alfalfa Seed Prod. Symp. Fresno, California. University of California. Coop. Ext. 18-25 pp.*
- GOSS, J.R.; R. KUMAR; R. SHEESLEY. 1977. *Header losses and reduction in alfalfa seed harvesting. American Society of Agronomy. Eng. Paper N.° 77-1554, 12 p.*
- GOSS, J.R.; R. KUMAR; R. SHEESLEY; R.G. CURLEY. 1977. *Improvement of harvesting alfalfa seed in California. Proc. Alfalfa Seed Prod. Symp. Fresno, California. University of California. Coop. Ext. 24-33 pp.*
- GOSS, J.R.; R. SHEESLEY; R. KUMAR; J.J. MEHLSCHAU. 1979. *Harvest equipment innovations for saving alfalfa seed. Proc. Alfalfa Seed Prod. Symp. Fresno, California, Univ. of California Coop. Ext. 24-33 pp.*
- HACQUET, J. 1986. *La Luzerne Porte-graine. 1° Supplément au Bulletin Semences N.° 94 de la FNAMAS. Centre Technique des Semences. 28 p.*
- HAGEMANN, R. 1987. *Alfalfa seed production in Imperial Valley. Proc. Alfalfa Seed Prod. Symp. Fresno, California. University of California. Coop. Ext. 60-63 pp.*
- HAGEMANN, R.; C.F. EHLLG; M.J. HUBER; R.Y. REYNOSO; L.S. WILLARDSON. 1978. *Effect of irrigation frequencies on alfalfa seed yield. California Agriculture 32 (10): 17-18.*

- HAGEMANN, R.; L.S. WILLARDSON; A.W. MARSH; C.F. EHLLG. 1975. *Irrigating alfalfa seed yield for maximum yield. California Agriculture* 29 (11): 14.
- HARMOND, J.E. 1974. *Informe sobre trilla y procesamiento de semilla de alfalfa. Consultoría de Proyecto. Programa Alfalfa FAO-INTA. Argentina.* 12 p.
- HARMOND, J.E.; J.E. SMITH; J.K. PARK. 1961. *Harvesting the Seeds of Grasses and Legumes. U.S. Department of Agriculture. Yearbook of Agriculture. 87th Congress, House Document N.º 29. 181-188 pp.*
- HART, R.H. 1980. *Spacing and competition among high and low yielding clones of alfalfa. Can. J. Plant Sci.* 60: 1157-1162.
- HELY, F.W.; M. ZORIN 1977. *Influence of temperature and humidity on tripping of lucerne flowers. Aust. J. Agric. Res.* 28: 1015-1027.
- HENDERSON, D.W.; H. YAMADA. 1979. *Irrigation management for alfalfa seed production. Univ. California, West Side Field Stn. Annual Report.*
- HIJANO, E. 1993. *La importancia de la alfalfa en la Argentina. IV Jornadas Nacionales de Alfalfa. I Simposio Nacional de Alfalfa. Resúmenes. Villa María, Córdoba. Argentina.*
- HOBBS, G.A. 1967. *Domestication of Alfalfa Leaf Cutter Bees. Can. Dep. Agr. Pub.* 1313. 19 p.
- ITRIA, C.D.; C. BARIGGI. 1980. *Producción de semilla de alfalfa en la Argentina. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.º 391-392: 1-4.*
- JOHANSEN, C.A.; J. EVES. 1967. *Enemies of the leaf-cutting bee and their control. Washington State University, Coop. Ext. Serv. Ext. Man.* 2631, 4 p.
- JOHANSEN, C.A.; J. EVES. 1966. *Parasites and Nest Destroyers of the Alfalfa Leaf-Cutting Bee. Washington State University. Agric. Exp. Sta. Circular* 469, 11 p.
- JOHANSEN, C.A.; F.C. KLOSTERMEYER; J.D. EVES; H.S. GERBER. 1969. *Suggestions for alfalfa leafcutter bee management. Washington State University. Ext. Serv. E. M.* 2775 (Rev), 8 p.
- JONES, L.G. 1978. *Harvester seed damage. 9th Annual Interstate Alfalfa Seed Growers Conference and Trade Fair. Pasco, WA.* 14-19 pp.
- JONES, L.G. 1954. *Chemicals for pre-harvest drying or spray curing. University of California. Agric. Ext. Serv. (mimeo).* 8 p.
- JONES, L.G.; C.P. POMEROY. 1962. *Effect of fertilizer, row spacing and clipping on alfalfa seed production. California Agriculture* 16 (2): 8-10.
- JONES, L.G.; P.R. BUNNELLE 1953. *Direct combining of small seeded legumes. University of California. Agric. Eng. Dept. (mimeo).* 6 p.
- JONES, L.G.; R.A. KEPNER. 1954. *Recent advances in legumes seed harvesting techniques. University of California. Agric. Dept. (mimeo).* 12 p.
- JONES, L.G.; V.L. MARBLE. 1961. *Alfalfa seed production. University of California. Agr. Dept. Agronomy Notes (mimeo).* 5 p.

- JONES, L.G.; R.A. KEPNER; R. BAINER; J.P. FAIRBANK. 1950. *Alfalfa seed harvesting. California Agriculture* 8 (4): 8-9.
- KLEIN, L.M.; J.E. HARMOND; W.M. HURST. 1961. *Seed losses in harvesting some grass and legume crops in the Willamette Valley, Oregon, 1953-1954. USDA, ARS 42-48*, 20 p.
- KLOSTERMEYER, E.C. 1964. *Using alkali bee and leafcutting bee to pollinate alfalfa. Washington Agr. Exp. Sta. Circular 442*, 8 p.
- KOLAR, J.J.; P.J. TORELL. 1970. *Row planting for alfalfa seed production. Agric. Exp. Sta. Univ. of Idaho. Idaho Current Information Series N.° 122*, 4 p.
- KOLAR, J.J.; H.R. ROYLANCE; J.R. RIDLEY 1968. *Cultural practices in alfalfa seed production. Agric. Exp. Sta. Univ. of Idaho. Idaho Current Information Series N.° 65*, 4 p.
- KROGMAN, K.K.; E.H. HOBBS. 1977. *Irrigation management of alfalfa for seed. Can. J. Plant Sci.* 57: 891-896.
- KRUNIC, M.D.; H. HINKS. 1972. *Voltinism in Megachile rotundata (Megacilidae: Hymenoptera) in Southern Alberta. Can. Ent.* 104: 185-188.
- LAEMMLEN, F. 1987. *Diseases affecting alfalfa seed production in Imperial Valley. In: Proc. Alfalfa Seed Production Symp., California, University of California. Coop. Ext.* 64-65 pp.
- LINSLEY, E.G. 1958. *The ecology of solitary bees. Hilgarding* 27: 543-599.
- LOVATO, A.; M. MONTANARI. 1987. *Influence of row spacing and sowing rates on lucerne (Medicago sativa L.) seed production. Abstracts International Seed Conference. Tune, Dinamarca.* 6 p.
- MANGLITZ, G.R.; R.H. RATCLIFFE. 1988. *Capítulo 22. Insects and mites. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES; R.R. HILL (Ed.). Alfalfa and Alfalfa Improvement. ASA-CSSA-SSSA. Agronomy Series N.° 29, Madison, WI, EUA.* 671-704 pp.
- MARBLE, V.L. 1987. *Management of alfalfa for seed production. Abstracts International Seed Conference. Tune, Dinamarca.,* 5 p.
- MARBLE, V.L. 1980. *Manejo del cultivo de alfalfa para producción de semilla. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.° 391-392:* 6-23.
- MARBLE, V.L. 1976. *Producing alfalfa seed in California. Div. of Agr. Sci. University of California. Leaflet 2383*, 16 p.
- MARBLE, V.L.; L.H. OCHOA; C.J. MOSCHETTI. 1986. *Capítulo 11. Producción de semilla de alfalfa. En: BARIGGI, C.; C.D. ITRIA; V.L. MARBLE; J.M. BRUN (eds.). Investigación, Tecnología y Producción de Alfalfa. Colección Científica, INTA.* 371-442 pp.
- MARTINEZ, E.M. 1991. *La abeja cortadora de hojas (Megachile rotundata). Secuencia o patrón de desarrollo bajo condiciones de manejo. Hoja Informativa N.° 26 EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina).* 4 p.
- MARTINEZ, E.M. 1988. *Polinización de alfalfa (Medicago sativa L.). Utilización de abeja melífera (Apis mellifera L.). Hoja Informativa N.° 8. EEA Hilario Ascasubi; INTA. (Argentina).* 5 p.

- MARTINEZ, E.M. 1987. *Polinización. Conceptos básicos para productores de semilla y apicultores del V.B.R.C. Boletín de Divulgación N.º 9 EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 8 p.*
- MARTINEZ, E.M.; A.C. DUGHETTI; J.M. GARCIA; M. BARBOSA; M.T. AGUIAR. 1989. *Alfalfa más abejas silvestres igual a mayor producción de semilla. Convenio INTA, Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). Trifolio.*
- MARTINEZ, E.M.; A.C. DUGHETTI; J.M. GARCIA; M. BARBOSA; M.T. AGUIAR. 1988. *Abejas Nativas, su importancia en la producción de semillas de alfalfa. Hoja Informativa N.º 9. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 4 p.*
- MARTINEZ, E.M.; C.J. MOSCHETTI; E. DELL'AGOSTINO. 1980. *Manejo de insectos polinizadores en la producción de semilla de alfalfa. IX Seminario Panamericano de Semillas. Bolsa de Cereales. Buenos Aires, Argentina, 9 p.*
- MARTINEZ, E.M.; J.M. GARCIA; M. BARBOSA; M.T. AGUIAR. 1983. *Estudio del aporte polinífero en colmenas, como método para evaluar la incidencia de la floración competitiva en un cultivo de alfalfa para semilla. Informe Técnico N.º 25. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 15 p.*
- MCGREGOR, S.E. 1976. *Insects pollinations of cultivated crop plants. Agriculture Service. Unites States Departament of Agriculture, 411 p.*
- MINACCI, P.F.; S.L. LEE; R.A. MORSE. 1965. *New leaf cutter bee. Their introduction to New York State. New York State Agr. Exp. Sta. Far. Res. 31 (3): 6-7.*
- MOSCHETTI, C.J. 1994. *El INTA PROPECO y la cosecha de semilla de alfalfa mediante la incorporación a la cosechadora de un cabezal con equipo de aire. Hoja Informativa N.º 38. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 6 p.*
- MOSCHETTI, C.J. 1993. *Presentación de un prototipo experimental de cabezal con equipo de aire, cuchilla de corte vertical y puntones levantadores para la cosecha de semilla de alfalfa. Carpeta INTA PROPECO. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 9 p.*
- MOSCHETTI, C.J.; E. DELL' AGOSTINO. 1990. *La cosecha directa de semilla de alfalfa. Hoja Informativa N.º 16. EEA Hilario Ascasubi, INTA (Argentina). 4 p.*
- MOSCHETTI, C.J.; E. DELL' AGOSTINO. 1982. *La cosecha de semilla de alfalfa. Revisión Bibliográfica. Informe Técnico N.º 24. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 13 p.*
- MOSCHETTI, C.J.; E. DELL' AGOSTINO. 1980. *Consideraciones y resultados obtenidos en la producción de semilla de alfalfa en el valle bonaerense del Río Colorado. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.º 391-392: 78-87.*
- MOSCHETTI, C.J.; E. DELL' AGOSTINO. 1979. *El uso de desecantes en la cosecha de semilla de alfalfa. Boletín Técnico N.º 18. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina). 12 p.*
- MOSCHETTI, C.J.; E. DELL' AGOSTINO; J. RIVAS. 1994. *Cuscuta: Evaluación del herbicida pendimetalín (Herbadox, E. 33%) para su control en cultivos de alfalfa para semilla. EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina), 5 p.*

- MOSCHETTI, C.J.; E.M. MARTINEZ. 1988/93. *Informes Anuales, Proyecto N.° 62-8512. "Proyecto para Incrementar la Producción de Semilla de Alfalfa en el valle bonaerense del Río Colorado". Proyecto Regional EEA Hilario Ascasubi, INTA. (Argentina), 55 p.*
- MUR, D.R. 1974. *Semilla de alfalfa: La desecación química. Renovación. Rivadavia (Est. América). Bol. N.° 36, 1 p.*
- NAVARRETE, S.E. 1967. *Usos de desecantes en producción de semilla de trébol rosado. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Chile, 42 p.*
- NAVARRO, L.N. 1958. *Cosecha de semilla de alfalfa. Revista de Agricultura y Ganadería (Chile) 4 (13): 5-7.*
- OCHOA, L.H. 1980. *La producción de semilla de alfalfa en la Provincia de Santiago del Estero. Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA N.° 391-392: 78-87.*
- OLMSTEAD, A.L.; B.W. WOOTEN. 1987. *Bee pollination and productivity growth: the case of alfalfa. Amer. J. Agr. Econ. 69: 56-63.*
- ORLOFF, S.B. 1985. *Dodder: the problem and its control. 15th Calif. Alfalfa Symposium, Fresno, California. 82-89 pp.*
- ORLOFF, S.B.; R.N. VARGAS; D.W. CUDNEY; W.M. CANEVARI; J. SCHMIERER. 1989. *Dodder control in alfalfa. California Agriculture 43 (4): 30-31.*
- PEDERSON, M.W.; G.E. BOHART; M.D. LEVIN; W.P. NYE; S.A. TAYLOR; J.L. HADDOCK. 1959. *Cultural practices for alfalfa seed production. Utah Agric. Exp. Station. Bull. 408.*
- PODUSKA, B. 1980. *Manejo de abejas melíferas para la producción de semilla de alfalfa. Simposio de Producción de Semilla de alfalfa. IDIA N.° 391-392: 49-53.*
- PODUSKA, B. 1977. *Honey bee colony certification. Proc. Alfalfa Seed Production Symp. Fresno. University of California Coop. Ext. Bull. 13, 14 p.*
- RAINERO, H.P.; N.E. RODRIGUEZ; J.A. LOPEZ; O.P. SIGNORILE. 1993. *Control de malezas en alfalfa. Alfalfa. Protección de la pastura. Agro de Cuyo, Manuales N.° 4. Centro Regional Cuyo, INTA. Mendoza (Argentina). 77-112 pp.*
- RINCKER, C.M. 1979. *Alfalfa seed production in the Pacific Northwest. Proc. Ann. Farm Seed Conf. Am. Seed Trade Assoc. Kansas City, MT. 13-19 pp.*
- RINCKER, C.M. 1976. *Alfalfa seed yields from seeded rows vs. spaced transplants. Crop Sci. 16: 268-270.*
- RINCKER, C.M.; C.A. JOHANSEN; K.J. MORRISON. 1987. *Alfalfa Seed Production in Washington. Washington State University, Coop. Ext., 12 p.*
- RINCKER, C.M.; V.L. MARBLE; D.E. BROWN; C.A. JOHANSEN. 1988. *Chapter 32. Seed Production Practices. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES; R.R. HILL (Jr.) (eds.). Alfalfa and Alfalfa Improvement. Agronomy Series N.° 29 ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI, EUA. 985-1021 pp. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI, EUA. 985-1021 pp.*

- RODRIGUEZ, N.; H. RAINERO; N. RODRIGUEZ; M. VIGNA; R. LOPEZ; C. ISTILART; J. MONTOYA. 2007. *Capítulo 10. Malezas de la Alfalfa. El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina*. INTA. 207-211 pp.
- ROYLANCE, H.B. 1968. *Chemical curing of alfalfa seed crops*. University of Idaho. Idaho Current Information Series N.º 69, 2 p.
- SCHABER, B.D.; R. ENTZ. 1988. *Effect of spring burning on insects in seed alfalfa fields*. J. Econ. Entomol. 81 (2): 668-672.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA GANADERÍA PESCA Y ALIMENTACIÓN. 1973. *Ley Nacional de semillas y creaciones fitogenéticas*. N.º 20.247 (Disposición SNS 28/86 y 12/88. Resolución INASE 169/93 y 2/99
- SHEAFFER, C.C.; C.B. TANNER; M.B. KIRKHAN. 1988. Chapter 11. *Alfalfa water relations and irrigation*. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES, R.R. HILL (Jr.). (eds.). *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. Agronomy Series N.º 29. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI, EUA. 373-409 pp.
- SHEESLEY, B. 1987. *Irrigation and pesticide effects upon honeybee visitation in alfalfa seed*. Forage & Seed Facts. University of California. Coop. Ext. 12 (1): 7.
- SHEESLEY, B. 1977. *Producing alfalfa seed in a water-short year*. Proc. Calif. Alfalfa Seed Prod. Symp. Fresno, California. University of California. Coop. Ext. Davis. 32-34 pp.
- SHEESLEY, B.; W.D. MCCLELLAN. 1978. *Alfalfa hay: seedbed preparation and establishment*. Coop. Ext. Fresno County. University of California. Leaflet.
- SMITH, D.L. 1988. Chapter 33. *The Seed Industry*. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES, R.R. HILL (Jr.) (eds.). *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. Agronomy Series N.º 29. SAS-CSSA-SSSA. Madison, WI, EUA. 1023-1036 pp.
- SMITH, D.L.; A.K. DOBRENZ; M.H. SCHONHORST. 1982. *Response of seedling alfalfa plants to high levels of chloride-salts*. Proc. 28th Alfalfa Improvement Conf. University of California, Davis. 58 p.
- SMITH, D.L.; B.A. MELTON. 1967. *Alfalfa seed productions studies*. New Mexico Agric. Exp. Sta. Bull. 516, 12 p.
- STANGER, W.; R.W. THORP. 1974. *Honey bees in alfalfa pollination*. California University Coop. Ext. AXT 228, 4 p.
- STEPHEN, W.P. 1972. *Studies in crop pollination*. US Dep. Sci. Aff. Gen. Sec. O.A.S. N.º 1, 76 p.
- STEPHEN, W.P. 1962. *Propagation of leafcutter bee for alfalfa seed production*. Oregon Agric. Exp. Station Bull. 586, 16 p.
- STEPHEN, W.P. 1961. *Artificial Nesting sites for the Propagation of the Leafcutter Bee Megachile (Eutricharaea) rotundata for Alfalfa Pollination*. J. Econ. Entomology 54 (5): 989-993.
- STEPHEN, W.P.; C.E. OSGOOD. 1965a. *The induction of emergence in the leafcutter bee, Megachile rotundata, an important pollinator of alfalfa*. J. Econ. Entomol. 58: 284-286.
- STEPHEN, W.P.; P.F. TORCHIO. 1961. *Biological notes on the leafcutter bee, Megachile (Eutricharaea) rotundata*. Pan. Pac. Ent. 37: 85-93.

- STEPHEN, W.P.; G.E. BOHART; P.F. TORCHIO. 1969. *The biology and external morphology of bees*. Oregon State University. Corvallis Agric. Exp. Station Bull., 140 p.
- STEPHEN, W.P.; C.J. MOSCHETTI. 1976. *La cosecha de semilla de alfalfa*. Boletín N.º 1. Proyecto Programa Alfalfa FAO-INTA. 6-19 pp.
- TAYLOR, S.A.; V.L. MARBLE. 1986. *Lucerne irrigation and soil water use during bloom and seed set on red-brown earth in South-Eastern Australia*. Aust. J. Exp. Agric. 26: 577-81.
- TAYLOR, S.A.; J.L. HADDOCK; W. PEDERSEN. 1959. *Alfalfa irrigation for maximum seed production*. Agron. J. 51: 357-360.
- TESON, A.; E. DAGOBERTO. 1972. *Bionomía de la polinización de los alfalfares de la Provincia de Buenos Aires*. Informe Preliminar Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Bs. As., 3 p.
- TESON, A.; E. DAGOBERTO; M. LLZARRALDE; M. LOIACONO. 1976. *Himenópteros polinizadores de la zona de Bellocq (Buenos Aires, República Argentina)*. Rev. Ciencia y Abejas 2 (8): 33-40.
- TICKES, B.; M. OTTMAN. 1991. *Evaluation of coated alfalfa seed in Arizona*. Forage and Seed Facts 16 (2): 19.
- TYSDAL, H.M. 1946. *Influence of tripping, soil moisture, plant spacing, and lodging on alfalfa seed production*. Agron. J. 38: 515-535.
- U.S.D.A. - AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. 1960. *Harvesting seed of grass and small seeded legumes*. ARS Special Report 22-59, 10 p.
- VANCE, C.P.; G.H. HEICHEL; D.A. PHILLIPS. 1988. Chapter 7. *Nodulation and symbiotic dinitrogen fixation*. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES; R.R. HILL (Jr.). (eds.). *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. Agronomy Series N° 29ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI, EUA. 229-257 pp.
- VIEYRA, C. 1993. *Efectos del sistema de siembra en la producción de semilla de alfalfa (Medicago sativa L.)*. IV Jornadas Nacionales de Alfalfa y I Simposio Nacional de Alfalfa. Resúmenes. Villa María, Córdoba, Argentina. 59 p.
- VILLATA, C.A. 1993. *Bioecología y control de plagas en alfalfa*. Alfalfa. Protección de la pastura. Agro de Cuyo, Manuales N.º 4 Centro Regional Cuyo. INTA. Mendoza (Argentina). 32-76 pp.
- WADDINGTON, J. 1977. *Effects of applying 2,4-DB to alfalfa grown for seed*. Agric. Canada - Melfort Res. St. Forage Notes 22 (1): 68-69.
- WATERS, N.D. 1966. *Parasites, predators and nest destroyers of the alfalfa leafcutter bee*. Univ. of Idaho, Agric. Ext. Serv., Current Infor. Series 25, 3 p.
- WATERS, N.D.; H.W. HOMAN. 1975. *Managing alfalfa leafcutter bees in Idaho*. Idaho Cooperative Extension Service Bull. 538, 15 p.
- YAMADA, H.; D.W. HENDERSON; R.J. MILLER; R.M. HOOVER. 1973. *Irrigation water management for alfalfa seed production*. California Agriculture 27 (12): 6-7.