

CAPÍTULO 2

Morfología de la alfalfa

Nora E. Rodríguez y
María del Carmen Spada

Introducción

La Morfología Botánica es la ciencia que estudia la forma de las plantas, abarcando tanto la morfología general como la experimental. La primera incluye principalmente a la organografía, que es la descripción de la forma de los distintos órganos vegetales (Font Quer, 1989).

Basado en un trabajo de Teuber y Brick (1988), la finalidad de este capítulo es precisamente describir, en forma resumida y práctica, los órganos que forman la planta de alfalfa, incluyendo una serie de imágenes que ilustran las descripciones en cada caso. En general, la bibliografía específica que trata este tema es muy escasa y no siempre fácil de conseguir. Ello se relaciona con el hecho de que la alfalfa es estudiada fundamentalmente como planta forrajera, resaltando solo los aspectos de rendimiento de forraje y manejo para la producción de carne y leche.

Para una mayor claridad en el tratamiento del capítulo, los órganos o estructuras de la alfalfa se han dividido en semilla, raíz, corona, tallo, hoja, flor y fruto. Finalmente, se incluye la definición y la caracterización de los estadios de madurez de la alfalfa, que tienen una gran importancia en el manejo del cultivo.

Organografía de la alfalfa

Semilla

El fruto, que recibe en este caso el nombre de legumbre, da origen a las semillas. Estas poseen generalmente forma arriñonada y color amarillento, pero también se pueden encontrar semillas angulares y de coloración que varía desde el verde oliva a distintas tonalidades de marrón (Figura 1).

Las semillas, en estado maduro, tienen aproximadamente 1-2 mm de longitud por 1-2 mm de ancho y 1 mm de espesor. Están constituidas por el funículo, el tegumento (testa), el embrión y el albumen (Figura 2). El funículo es el que mantiene unida la semilla al fruto; al secarse, se desprende y forma una cicatriz llamada hilio. El tegumento o testa es la

capa externa que rodea al embrión y le brinda protección, siendo además el responsable del color de la semilla.

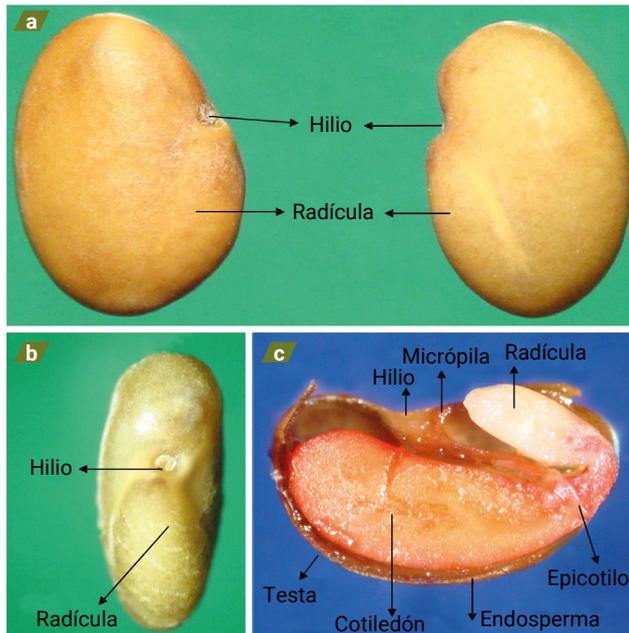
El embrión originará la futura plántula y en él se pueden observar la radícula, el hipocótilo, la plúmula y los cotiledones. La radícula, que durante la germinación emerge a través de la micrópila, formará la raíz. En sentido contrario, el hipocótilo dará origen a las partes aéreas de la plántula. Por su parte, la plúmula, que es un esbozo formado por hojitas, al desarrollarse originará el tallo. Los cotiledones, gruesos y carnosos, almacenan la mayor parte del tejido de reserva para el desarrollo del embrión. Por último, el albumen es un tejido de reserva que, en el caso de la alfalfa, se encuentra reducido y cuya función principal es facilitar el proceso de germinación.



■ **Figura 1.** Diferentes formas y colores de la semilla de alfalfa.

Germinación y primeras etapas del desarrollo

En el proceso de germinación, la semilla en contacto con el suelo comienza a embeberse de agua, lo que desencadena una serie de transformaciones que se resumen en el desarrollo de una raíz (partiendo de la radícula preexistente en la semilla) y de un talluelo, que se alarga hasta sacar los cotiledones por encima de la superficie del suelo (Figura 3). Estos procesos se realizan a costa de las reservas existentes en la semilla (Del Pozo Ibáñez, 1977).



■ **Figura 2.** Partes de la semilla de alfalfa. Sección externa: vistas lateral (a) y frontal (b). Sección interna: vista en corte transversal (c). Adaptado de Del Pozo Ibáñez (1977).

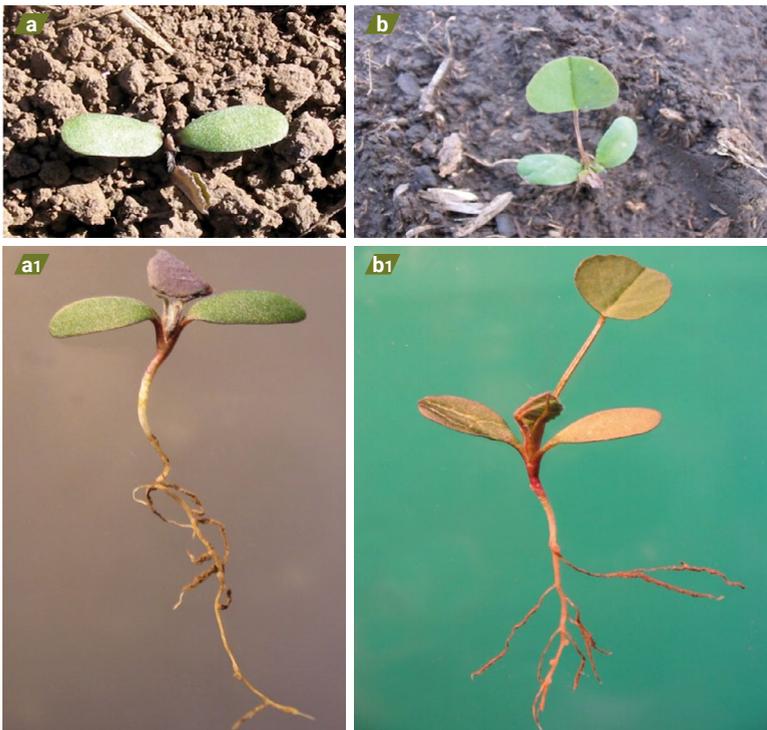


■ **Figura 3.** Germinación de la semilla de alfalfa: emergencia de la radícula (a) y desarrollo de la plántula, con aparición de los cotiledones (b).

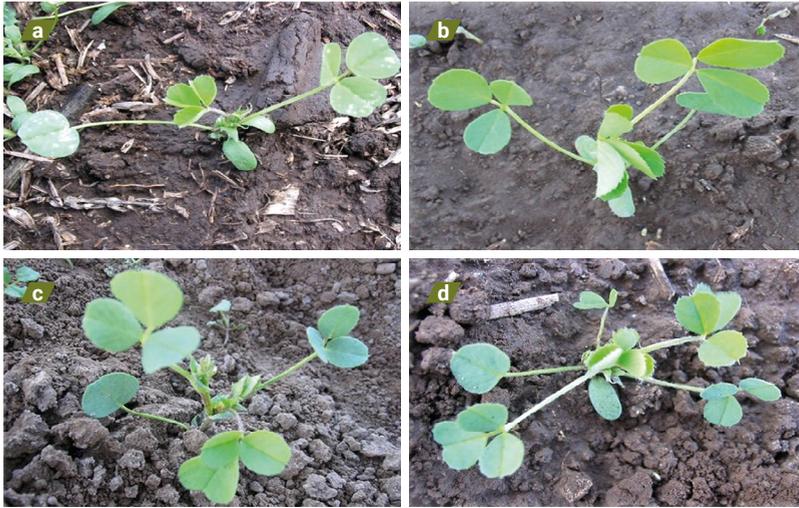
Por un lado, para que las semillas puedan embeberse es necesario que encuentren en el suelo la humedad suficiente. Sin embargo, y atendiendo a que la plántula también precisa condiciones mínimas de aireación para su desarrollo, un exceso de humedad puede paralizar la germinación por reducción del volumen de poros libres en el suelo. Por otro

lado, en la alfalfa es común encontrar semillas “duras”, que son aquellas incapaces de embeberse de agua aun en condiciones óptimas de humedad. Este fenómeno, que responde a un mecanismo de supervivencia de la especie, se debe a la existencia de un engrosamiento de las paredes exteriores de las células en empalizada de la testa y constituye una barrera física para la absorción de agua. El porcentaje de semillas duras, que puede ser alto al momento de la cosecha, va disminuyendo con el tiempo. El mejor método para eliminar las semillas duras es el escarificado mecánico, que consiste en exponer la testa a la acción de superficies abrasivas.

A medida que el desarrollo de la parte aérea de la plántula continúa, el talluelo se alarga y expone a los cotiledones por encima de la superficie del suelo (Figura 4a). Posteriormente, la plántula exhibe primero una hoja unifoliada (Figura 4a1, b y b1) y luego las hojas trifoliadas, también llamadas “verdaderas” (Figura 5).



■ **Figura 4.** Primeras etapas de desarrollo vegetativo: cotiledonal (a y a1) y hoja unifoliada (b y b1).



■ **Figura 5.** Primeras etapas de desarrollo vegetativo, con la aparición de dos (a), tres (b), cuatro (c) y cinco (d) hojas trifoliadas.

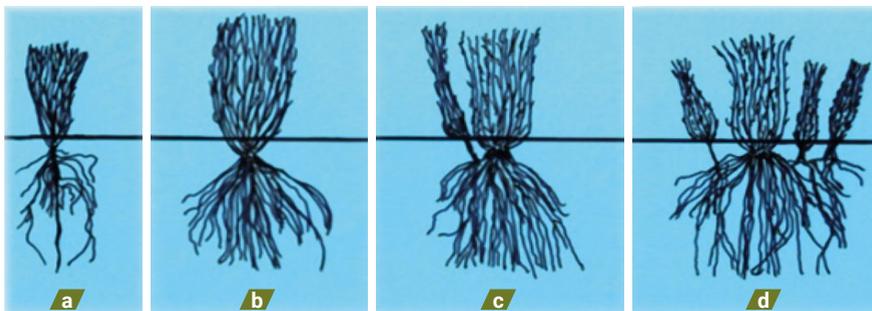
Raíz

En general, el sistema radical de la alfalfa es robusto y profundo, y su función principal es la absorción de agua. Si no existen impedimentos en el perfil de suelo, la raíz puede alcanzar los 2 a 5 metros en solo 2 a 4 años de vida (Figura 6), de modo que la posibilidad de extraerla de las capas profundas del suelo le ha conferido a la alfalfa su reputación de tolerante a la sequía.



■ **Figura 6.** Raíces de alfalfa de 2 años que superaron los 1,40 m de profundidad en un suelo haplustol éntico de la EEA Manfredi-INTA.

La raíz principal de la planta emerge cerca del hilio y de ella puede o no partir un variado número de raíces secundarias o laterales. El sistema radical de la alfalfa puede clasificarse en cuatro tipos generales: raíz pivotante o típica (axonomorfa), ramificada, rizomatosa y rastrera (Goplen *et al.*, 1980; Heinrichs, 1968; Perez de Pereyra y Aguilar Espinosa, 2002). En alfalfas sin reposo invernal (GRI 8-11) mayoritariamente se observa la presencia de una raíz pivotante sin muchas ramificaciones (Figura 7a). Las alfalfas de reposo invernal intermedio o moderado (GRI 4-7) suelen presentar un alto número de raíces secundarias (Figura 7b) en relación directa con su mayor grado de latencia. En otros tipos de alfalfas, comúnmente con marcado reposo invernal (GRI 1-3), las raíces laterales poseen yemas de las que se originan tallos que, al emerger, formarán nuevas plantas o “matas”. Cuando las yemas activas son solo 1 o 2 y las nuevas “matas” se desarrollan a poca distancia de la planta original esas raíces se denominan rizomatosas (Figura 7c); por el contrario, si las yemas activas son varias y los renuevos alcanzan a cubrir una extensión de cierta magnitud, esa raíz se denomina rastrera (Figura 7d). Mientras que la existencia de una raíz pivotante se asocia con alfalfas de la especie *Medicago sativa*, la presencia de un alto número de raíces secundarias, rizomatosas o rastreras se asocia con aportes crecientes de germoplasma de *M. falcata* y *M. varia*.



■ **Figura 7.** Distintos tipos de raíces de alfalfa: pivotante (a), ramificada (b), rizomatosa (c) y rastrera (d). Adaptado de Goplen *et al.* (1980).

Tallo y corona

El tallo primario es cuadrado en su sección transversal y presenta estomas y pelos. No solo tiene crecimiento primario, sino que también

posee un crecimiento secundario que da origen a un eje leñoso o porción perenne que forma parte de la corona. En su parte herbácea presenta nudos desde donde nacen las hojas. El número de los tallos depende de la edad y vigor de la planta y puede llegar hasta 20 (Figura 8). El crecimiento de los tallos es inducido por su utilización (pastoreo o corte) o por un nuevo ciclo fisiológico de crecimiento (Alfalfa, 2005).

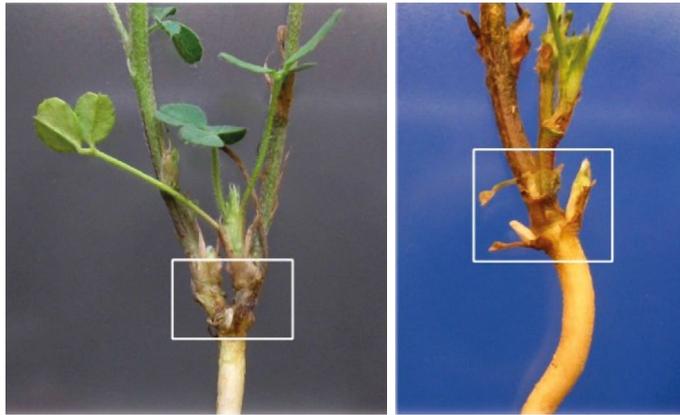
Los tallos son usualmente de consistencia maciza, aunque en algunos casos pueden encontrarse tallos huecos, como en el ecotipo argentino *Saladina*. Existen también diferentes hábitos de crecimiento, fuertemente asociados al grado de reposo invernal. Como regla general, puede afirmarse que las alfalfas sin reposo invernal presentan tallos de porte erecto, en tanto que las alfalfas de reposo intermedio o marcado los poseen de porte semierecto o semirrastrero, respectivamente.



■ **Figura 8.** Tallos de alfalfa, con nudos desde donde salen las hojas trifoliadas.

A medida que el desarrollo de la planta continúa, el conjunto de la parte basal de tallos nuevos y viejos forma, entre la parte aérea y la raíz, una estructura que recibe el nombre de corona (Figura 9). Más adelante, en la planta adulta, la corona incluirá la porción perenne de los tallos.

En el proceso de formación de la corona, Jones (1928) notó que si el eje primario –a nivel de los cotiledones y las primeras hojas verdaderas– está enterrado, la corona puede desarrollarse a partir del área más alta del eje. Por su parte, Hayward (1938) estableció que en la conformación de la corona no intervienen las yemas ubicadas en la raíz.



■ **Figura 9.** Fases iniciales de la formación de la corona en plantas de 4 meses.

La corona no es una estructura simple ni única, sino que es una zona compleja que incluye varias estructuras separadas (Teuber y Brick, 1988), como se muestra en la Figura 10. Si bien Stewart (1926) había señalado que la corona incluía únicamente a las porciones perennes de tallos, Simmonds (1935) concluyó que no solo involucra a estas, sino también a la parte superior de la raíz. De todas maneras, la delimitación morfológica exacta de la corona tiene muy poca importancia, ya que –además de las partes involucradas de la planta– es razonable suponer que la sequía estival, el frío invernal, las prácticas culturales, el ataque de plagas y enfermedades, el vigor general y la edad de las plantas influyen en la cantidad y el tipo de partes vegetativas que pueden intervenir en su conformación (Grove y Carlson, 1972).

Además de su constitución morfológica es conveniente resaltar la importancia funcional de la corona como estructura almacenadora de sustancias de reserva y sede de yemas a partir de las cuales se producirán los rebrotes de la planta. El ciclo acumulación/utilización de sustancias de reservas es fundamental para la vida de la planta y condiciona las prácticas de manejo del cultivo (ver capítulo 11).

El tamaño (pequeño, intermedio, grande) y el tipo (compacta o cerrada, intermedia, abierta) de la corona dependen de factores genéticos y ambientales (Figura 11). En general, las alfalfas sin reposo invernal tienen coronas pequeñas y compactas, en tanto que los cultivares de

mayor reposo invernal tienden a poseer coronas más anchas y abiertas. No obstante, factores como la densidad de plantas, el tipo de suelo, el daño de plagas y enfermedades, el pisoteo de los animales o el daño de la maquinaria, pueden influir grandemente en las características de la corona.



■ **Figura 10.** Diferentes partes constitutivas de coronas ya formadas en plantas de 1 (a), 2 (b), 3 (c) y 4 (d) años de vida.

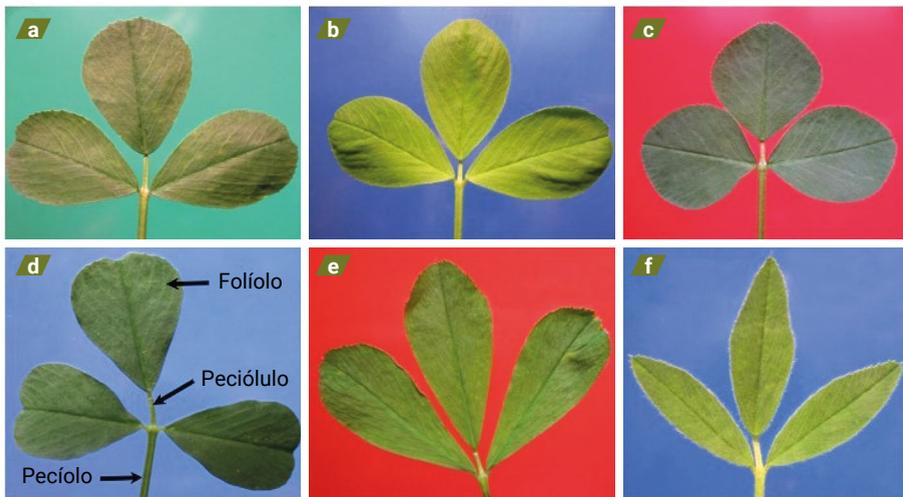


■ **Figura 11.** Coronas de distintos tipos y tamaños en plantas de 1 (a), 2 (b) y 3 (c) años.

Hoja

La primera hoja de la plántula de alfalfa es unifoliolada y de forma orbicular. Las segundas y subsecuentes son pinnaticompuestas o imparipinnadas y se originan en el ápice del tallo. Posteriormente, cuando la planta ya está desarrollada, las hojas pueden originarse del ápice del tallo o de las yemas laterales ubicadas en los nudos de los tallos.

Las hojas se unen al tallo por el pecíolo y son usualmente trifolioladas, vale decir que se componen de tres folíolos peciolulados. Los folíolos son normalmente oblongos u obovados, pero se pueden encontrar formas desde redondeadas a obovado-oblongas e incluso lineales (Figura 12).



■ **Figura 12.** Distintas formas de folíolos en hojas trifolioladas de alfalfa: obovados (a), oblongos (b), redondeados (c), acorazonados (d), espatulados (e) y lineales (f).

El borde de los folíolos es dentado usualmente solo en el tercio superior, aunque también puede extenderse hasta la mitad superior o incluso el tercio inferior (Figura 13). La distribución de los bordes dentados guarda relación con la forma de los folíolos.

Las hojas se disponen a lo largo del eje del tallo en forma alternada. En el nacimiento de las hojas se observan las estípulas, que son unos apéndices delgados a modo de pequeñas hojas modificadas situadas en la base del pecíolo y adheridas a sus lados. Las estípulas son normal-

mente laciniadas (Figura 14a), aunque también pueden ser lisas (Figura 14b). La experiencia indica que las primeras se encuentran usualmente en hojas de plantas de varios años y que las últimas se hallan casi exclusivamente en hojas de plantas jóvenes. Por lo tanto, puede concluirse empíricamente que la presencia de estípulas laciniadas o lisas se relacionaría más con la edad de las plantas que con algún otro factor.



■ **Figura 13.** Diferente distribución del borde dentado de la lámina de los folíolos: solo en el tercio superior (a), en la mitad superior (b), y hasta el tercio inferior (c).

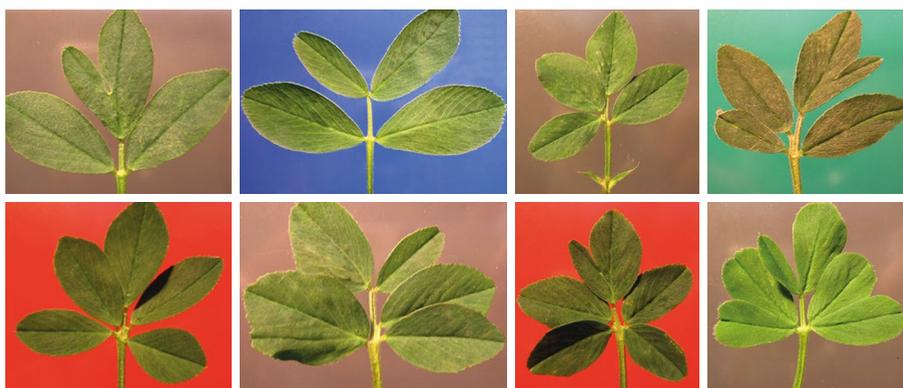


■ **Figura 14.** Los dos tipos de estípulas que se observan en hojas de alfalfa: (a) laciniada, en una planta de 3 años; y (b) lisa, en una planta de 1 año.

Los folíolos tienen una nervadura central prominente que se extiende a lo largo de la lámina y de la cual parten nervaduras laterales pinnadas que se subdividen formando una red. Las nervaduras son más notables en la cara abaxial (inferior) del folíolo, que es pubescente. Una observación microscópica de la hoja indica que los estomas (las aberturas

o poros por donde se realiza el intercambio gaseoso de las hojas), son más numerosos en la cara superior y en el ápice del folíolo.

Si bien la hoja trifoliada es la situación normal, se pueden encontrar hojas con 4 (tetrafoliadas), 5 (pentafolioladas) o más folíolos y que –por ello– reciben el nombre genérico de hojas multifolioladas (Figura 15). Mucho más raros son los casos de hojas con folíolos divididos en lóbulos, o con colores distintos al verde (moteadas, amarillas, etc.).



■ **Figura 15.** Hojas multifolioladas de alfalfa exhibiendo desde 4 hasta 6 folíolos.

Flor

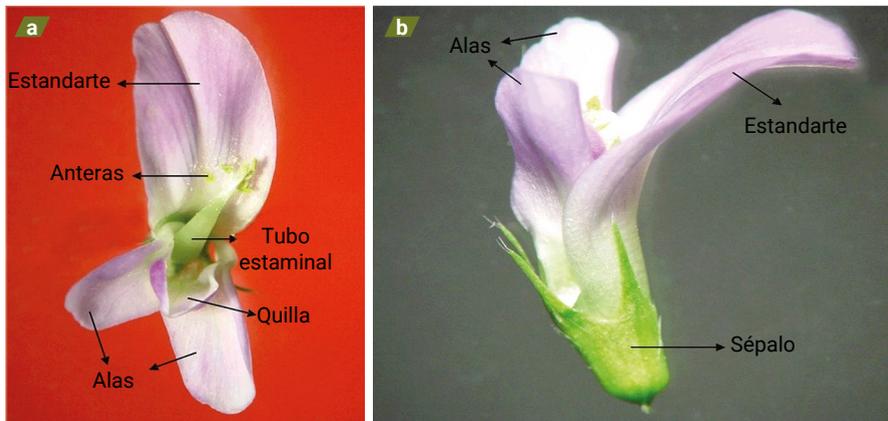
La flor se desarrolla cuando el ápice del tallo pasa del estado de crecimiento vegetativo al reproductivo. Este cambio, que se llama transición, comienza con la aparición de una protuberancia en la axila del primordio foliar, adyacente al ápice del tallo. De cada primordio se origina una inflorescencia en forma de racimo simple (Figura 16).

La flor de la alfalfa es completa y está formada por el cáliz, la corola, los estambres y el gineceo. Responde a los caracteres sistemáticos de la subfamilia *Papilionoidea*, o sea que posee una corola papilionada en forma de mariposa (Figura 17). El cáliz consta de cinco sépalos soldados formando un tubo; sin embargo, cada sépalo termina en un lóbulo o diente que es mayor en longitud al largo del tubo calicino (Figura 17b). La corola está formada por cinco pétalos desiguales: el estandarte, que es el superior y el más grande de los cinco; las alas, que son dos pétalos más pequeños que se ubican a ambos lados del estandarte; y la quilla,

que está envuelta por las alas y que se forma por dos pétalos soldados que se ubican más internamente (Del Pozo Ibáñez, 1977) (Figura 17a).



■ **Figura 16.** Inflorescencia de la alfalfa: racimo con botones florales (a) y racimo con 2 flores abiertas (b).



■ **Figura 17.** Estructura de la flor de la alfalfa: vista superior (a) y vista lateral (b).

Los estambres son 10 y están divididos en dos grupos: uno constituido por nueve, soldados en la base; y el restante formado por el décimo, que está libre y más cerca del estandarte. Esta disposición, que recibe el nombre de diadelfia, indica que los estambres de la alfalfa son diadel-

fos. Los filamentos de los 9 estambres soldados tienen distinta longitud y al fusionarse para formar el tubo se alternan los largos con los cortos. Por el interior del tubo que forman pasa el estilo que remata en un estigma rodeado por las anteras de los estambres fusionados. El gineceo presenta un carpelo que desarrolla un ovario súpero y posee un estilo y un estigma bien definidos.

La flor es generalmente de color púrpura, con extremos que van desde el violeta claro al morado oscuro (Figura 18). También se pueden encontrar flores blancas, azuladas, amarillas y variegadas, que son mezclas de colores o tonalidades que van cambiando a medida que la flor se desarrolla (Burkart, 1952).



■ **Figura 18.** Algunos colores de flor de alfalfa. En sentido horario: azulado, violeta claro, púrpura oscuro y púrpura claro.

Desenlace floral y polinización

Las alas, en la corola, poseen en la base unos pequeños apéndices a modo de ganchos que mantienen unida y rígida a la columna estaminal; esta, a su vez, contiene empaquetado en su interior al estilo. De ese modo, la polinización solo es posible cuando –al separarse las alas a través de un proceso que se denomina desenlace floral– la columna estaminal se libera y expone el estigma al contacto con el polen (Figura 19). El movimiento brusco que se produce al liberarse la columna estaminal provoca la apertura de las anteras maduras y la consiguiente diseminación de los granos de polen.

Diversos mecanismos naturales pueden provocar el desenlace floral, como la acción de insectos y las variaciones de temperatura, hume-

dad y velocidad del viento. También lo puede provocar artificialmente el hombre con movimientos mecánicos provocados con la mano o con diversos instrumentos. La flor puede fecundarse con su propio polen (autofecundación o autogamia) o con el polen de otra flor (fecundación cruzada o alogamia). No obstante, la alfalfa es una especie de fecundación preponderantemente alógama, favorecida por mecanismos naturales de autoincompatibilidad y autoesterilidad (Viands *et al.*, 1988).

En condiciones naturales, la polinización de la alfalfa es entomófila y es consecuencia principalmente de la acción de distintas especies de abejas y abejorros. Cuando los insectos acuden a la flor para libar el néctar o recolectar el polen, la presión que le ejercen al posarse es suficiente para provocar el desenlace floral, haciendo que la columna estaminal impacte sobre su abdomen. Dado que esos insectos visitan flores de varias plantas en forma sucesiva, su abdomen está siempre cargado de polen de diferentes plantas, lo que asegura la alogamia. Se ha estimado que el 85-95 % de las flores desenlazadas son fecundadas por este mecanismo (Del Pozo Ibañez, 1977).



■ **Figura 19.** Desenlace floral de la alfalfa: (a) flor cerrada, sin separación de las alas; y (b) flor abierta, con exposición de la columna estaminal.

Fruto

El fruto de alfalfa es del tipo legumbre o vaina, monocarpelar, seco e indehisciente, generalmente alargado y comprimido, con las semillas

alineadas en la hilera ventral. La vaina, por encorvamiento, desarrolla una espiral que generalmente posee 1 espira con autofecundación y 3 a 5 vueltas con fecundación cruzada (Alfalfa, 2005) (Figura 20). La dirección de la espira puede ser dextrógira (en sentido horario) o levógira (en sentido antihorario). Cada fruto contiene un número variable de semillas arriñonadas: 2-3 con autofecundación y alrededor de 9 semillas con fecundación cruzada (Alfalfa, 2005).



■ **Figura 20.** Distintos momentos en la evolución del fruto de la alfalfa, desde poco después de la fecundación de la flor (arriba, izquierda) hasta la vaina madura con varias espiras (abajo, derecha).

Estadios de madurez de la alfalfa

Existe una gran cantidad de clasificaciones para describir la fenología y la evolución del desarrollo morfológico de las plantas de alfalfa. La utilidad de definir estos estadios de madurez reside en la definición de prácticas de manejo apropiadas para el cultivo. En ese contexto, y utilizando principalmente la altura del canopeo y la sucesión de estadios vegetativos y reproductivos, se han establecido cuatro categorías bási-

cas: estado vegetativo, botón floral, floración y fructificación. Sobre la base de esta categorización, e incluyendo criterios fisiológicos como la dinámica de acumulación y utilización de sustancias de reserva, se concluyó que el 10 % de floración es el momento óptimo para la utilización de la alfalfa, compatibilizando la producción de forraje, la calidad y la persistencia.

Sin embargo, Kalu y Fick (1981) y Fick y Mueller (1989) señalaron que esta clasificación, si bien es una forma simple para determinar el momento óptimo de utilización, no considera los cambios en la calidad que van ocurriendo a través de los distintos períodos de crecimiento. Como la calidad de las pasturas está asociada a los estadios fenológicos de la planta, tanto Kalu y Fick (1981) como Sanderson y Wedin (1989) sugirieron que el estado fenológico debería utilizarse como predictor de la calidad forrajera, considerando que la expresión de cada estadio morfológico es un resultado de la historia ambiental y fisiológica del cultivo. Fundamentándose en este concepto, Kalu y Fick (1981) describieron un método que se basa en la altura, las características y la presencia/ausencia de distintos órganos en los tallos para categorizar los estadios de madurez de la alfalfa. En ese trabajo se definen 10 estadios que comprenden tres estados vegetativos, dos de botón floral, dos de floración y tres de fructificación. Seguidamente, y atendiendo solo a la evolución morfológica del rebrote de un cultivo de alfalfa ya establecido, se describirán cada uno de esos estadios de madurez.

A- Estado vegetativo: comprende las fases tempranas de desarrollo en las cuales no se encuentran todavía estructuras reproductivas.

- *Estadio 0 (vegetativo temprano):* la altura de los tallos es menor a 15 cm y las yemas axilares no son visibles debido a su escaso desarrollo (Figura 21).
- *Estadio 1 (vegetativo medio):* la longitud de los tallos es de 16 a 30 cm y, como consecuencia del desarrollo de las yemas axilares, se observan una a dos hojas nuevas desplegadas en las axilas de las hojas viejas. Esta característica es más visible en la porción media de los tallos (Figura 22).
- *Estadio 2 (vegetativo tardío):* la longitud de tallos es mayor a 30 cm y se observan ramificaciones de las yemas axilares (Figura 23).

Estas ramificaciones se presentan por lo menos en dos nudos y constan de tres o más hojas.



■ **Figura 21.** Vista general de un tallo de alfalfa en estadio de madurez 0.



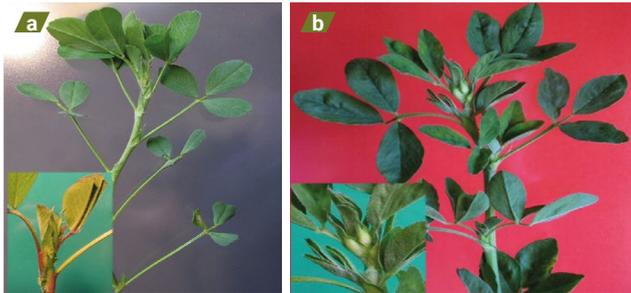
■ **Figura 22.** Vista general de un rebrote de alfalfa en estadio de madurez 1.



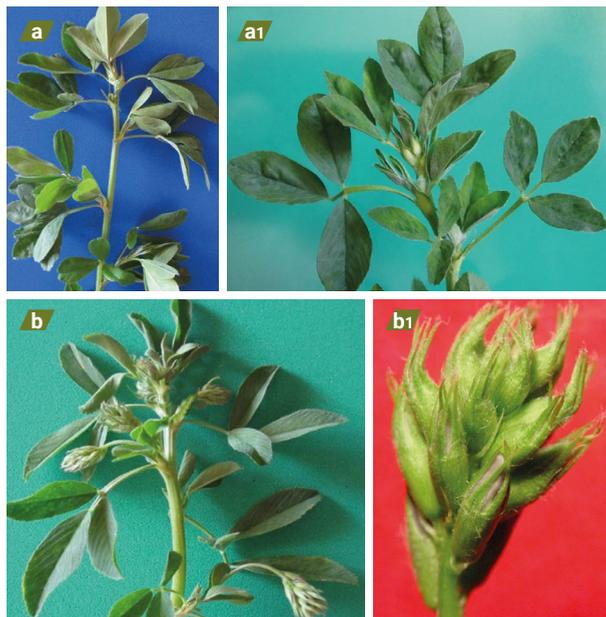
■ **Figura 23.** Vista general de un tallo en estadio de madurez 2 y detalle de una ramificación en una yema axilar.

B- Estado de botón floral: a partir de aquí comienza la diferenciación de los meristemas reproductivos y se visualizan los botones florales. Las yemas reproductivas aparecen próximas a los ápices de crecimiento del tallo principal o sus ramificaciones. La proximidad de los primordios florales forma una estructura globosa o globular, fácilmente reconocible al tacto o a la vista. Mientras que los ápices foliares presentan un aspecto plano, el de los reproductivos es redondeado (Figura 24).

- Estadio 3 (botón floral temprano): las yemas de los botones florales se visualizan solo en uno o dos nudos (Figuras 25a y a1). Los botones florales se pueden palpar en cada racimo dado que se encuentran muy próximos entre sí.
- Estadio 4 (botón floral): tres o más nudos presentan inflorescencias visibles y se aprecia una clara separación de los botones florales en el racimo (Figuras 25b y b1).



■ **Figura 24.** Diferenciación morfológica entre un ápice foliar (a) y uno reproductivo (b).



■ **Figura 25.** Vista general (a) y detalle (a1) de botones florales tempranos (estadio de madurez 3) y vista general (b) y detalle (b1) de botones florales más desarrollados y separados (estadio de madurez 4).

C- Estado de floración: cuando las condiciones ambientales (fundamentalmente foto y termoperíodo) lo permiten, las flores se abren y se hacen visibles. La floración es la expresión del estado reproductivo de la planta.

- Estadio 5 (floración temprana): se observan una o más flores abiertas en el racimo floral de un nudo del tallo. Se considera una flor abierta cuando el estandarte de la flor está desplegado (Figuras 26a, a1 y a2).
- Estadio 6 (floración tardía): en un tallo se presentan al menos dos nudos con flores abiertas. Además, a diferencia del anterior, se observa una mayor cantidad de inflorescencias en el tallo (Figuras 26b, b1 y b2).



■ **Figura 26.** Estadio 5 o de floración temprana (a, a1 y a2), con flores abiertas en solo un nudo floral del tallo. Estadio 6 o de floración tardía (b, b1 y b2), con flores abiertas en dos o más nudos florales.

D- Estado de producción de semillas: el desarrollo de frutos (vainas) y semillas comienza después de la polinización de las flores. Comprende tres estadios de fructificación que si bien son de interés para determinar el momento de cosecha de semilla, normalmente no se observan cuando la alfalfa es utilizada para la alimentación del ganado.

- Estadio 7 (fructificación temprana): uno a tres nudos contienen una vaina de reciente formación y de color verde. Como en el caso de los estadios florales, se pueden contar una o más vainas en cada racimo. Mientras las fructificaciones se encuentran principalmente en la porción media del tallo, en las partes apicales aún se observan flores (Figura 27).
- Estadio 8 (fructificación tardía): cuatro o más nudos presentan vainas todavía verdes pero bien formadas y espiraladas. Los tallos más viejos se encuentran muy ramificados y con una baja proporción de hojas (Figura 28).
- Estadio 9 (vainas maduras): la mayoría de las vainas, ya maduras, viran al color marrón y se secan. La proporción de hojas es muy baja y los tallos son muy fibrosos. Este es el momento apropiado para la cosecha de semillas (Figura 29).



■ **Figura 27.** Estadio 7 o de fructificación temprana, con vainas incipientes y no totalmente distinguibles a simple vista. También se observan flores en el tercio superior del tallo.



■ **Figura 28.** Estadio 8 o de fructificación tardía, con abundancia de vainas todavía inmaduras, pero bien espiraladas y una baja proporción de hojas en el tallo.



■ **Figura 29.** Estadio 9, donde se aprecia que la mayoría de las vainas ha virado al color marrón, indicando que están próximas a ser cosechadas. Se aprecia una muy baja proporción de hojas, que además son de tamaño reducido.

Es importante señalar que si bien la altura de tallos se emplea para la definición de los estadios vegetativos, su utilización debe hacerse con

cautela. Dado que el grado de crecimiento de las plantas depende fuertemente de las condiciones ambientales en las que se desarrollaron, la altura de los tallos no necesariamente representa su estado de madurez. En ese contexto, Guzmán y Spada (comunicación personal), trabajando en la Región Central de Córdoba, donde frecuentemente se presentan deficiencias hídricas, encontraron solo una mediana correlación entre altura de planta y estado de madurez. En consecuencia, aunque la altura de planta puede constituir una variable práctica para estimar el grado de madurez del cultivo, debe emplearse con el suficiente criterio para no caer en errores groseros de valoración.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen de manera muy particular la colaboración especial de la Agr. Sandra Eroles, de la Ing. Agr. Carolina Guzmán y de la Est. Cs. Biol. Yanina Gillij. También agradecen al personal auxiliar de las secciones Malezas, Tecnología de Semillas y Recursos Forrajeros de la EEA Manfredi-INTA por el significativo apoyo brindado para la concreción de este capítulo. Finalmente, hacen extensivo su reconocimiento a la Biól. Valeria Arolfo, por la disposición del material vegetal de invernáculo para la toma de algunas fotografías, y al Ing. Agr. Gustavo Guerra y la Biól. María Cristina Plaza por haber amablemente facilitado el uso de su laboratorio fotográfico en la EEA Manfredi-INTA.

BIBLIOGRAFÍA

- ALFALFA. 2005. (Disponible: <http://www.latour.com.ar/alfalfa.htm> consultado: 04/01/2005).
- BURKART, A. 1952. *Las Leguminosas Argentinas - Silvestres y Cultivadas*. (2.ª ed.). ACME Agency. Ciencias Biológicas y Agronómicas. Buenos Aires, Argentina. 569 p.
- DEL POZO IBAÑEZ, M. 1977. *La Alfalfa, su cultivo y aprovechamiento*. (2.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 379 p.
- FICK, G.W.; S.C. MUELLER. 1989. *Alfalfa: quality, maturity, and mean stage of development*. Inf. Bull. N.º 217. Cornell Univ. Dept. of Agronomy. Nueva York, EUA. 14 p.
- FONT QUER, P. 1989. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor. Barcelona, España. 1244 p.
- GOPLIN, B.P.; H. BAENZIGER; L.D. BAILEY; A.T.H. GROSS; M.R. HANNA; R. MICHAUD; K.W. RICHARDS; J. WADDINGTON. 1980. *Growing and managing alfalfa in Canada*. Agriculture Canada. Publication 1705. Ottawa, Canadá. 50 p.
- GROVE, A.R. Jr.; G.E. CARLSON. 1972. *Morfología y Anatomía*. En: HANSON, C.H. (ed.). *Ciencia y Tecnología de la Alfalfa*. Tomo I, capítulo 5. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. 145-166 pp.
- HAYWARD, H.E. 1938. *Leguminosae, Medicago sativa. Estructure of economic plants*. MacMillan, New York, EUA. 309-338 pp.
- HEINRICH, D.H. 1968. *Alfalfa in Canada*. Canada Department of Agriculture. Publication 1377. Ottawa, Canadá. 28 p.
- JONES, F.R. 1928. *Winter injury of alfalfa*. *Journal of Agricultural Research* 30: 189-211.
- KALU, B.A.; G.W. FICK. 1981. *Quantifying morphological development of alfalfa for studies of herbage quality*. *Crop. Sci.* 21: 267-271.
- PEREZ DE PEREYRA, A.I.; N.B. AGUILAR ESPINOSA. 2002. *Diccionario bilingüe de términos para las ciencias agropecuarias*. Español-Inglés e Inglés-Español. Comunicarte. Córdoba, Argentina, 192 p.
- SANDERSON, M.A.; W.F. WEDIN. 1989. *Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes*. *Agronomy Journal*. 81: 864-869.

SIMONDS, A.O. 1935. *Histological studies on the development of the root and crown of alfalfa*. *Journal of Science* 9 (4): 641-659.

STEWART, G. 1926. *Alfalfa growing in the United States and Canada*. MacMillan, Nueva York, EUA.

TEUBER, L.R.; M.A. BRICK. 1988. *Morphology and Anatomy*. En: HANSON, A.A.D. K. BARNES; R.R. JR. HILL. (ed.). *Alfalfa and Alfalfa Improvement, Chapter 4*. *Agronomy Series 29*, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, EUA. 125-162 pp.

VIANDS, D.R.; P. SUAN; D.K. BARNES. 1988. *Pollination control: Mechanical and Sterility*. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES; R.R. JR. HILL. (ed.). *Alfalfa and Alfalfa Improvement, Chapter 30*. *Agronomy Series 29*, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. 931-960 pp.