
LA ALFALFA (*Medicago sativa*): ORIGEN, MANEJO Y PRODUCCIÓN

FLÓREZ DELGADO, Dixon Fabián

RESUMEN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es el recurso forrajero más utilizado en la alimentación del ganado en el mundo. Es una de las leguminosas más importantes, debido a su facilidad de adaptación a diversos ambientes y a su calidad nutricional. Otra característica importante, es su gran producción de biomasa, que permite almacenar forraje para aquellas épocas del año en donde las condiciones del clima afectan la oferta forrajera. Otro factor importante que permite la elección de este forraje, es la capacidad que tiene para fijar nitrógeno atmosférico simbióticamente, permitiendo disminuir los costos de producción en cuanto a la labores de fertilización, además de mejorar las propiedades químicas del suelo. Por otro lado, permite aumentar la capacidad de carga animal, mejorar la ganancia de peso y la productividad lechera de los predios dedicados a la producción ganadera. Por estas características y gracias a la diversidad de variedades disponibles, la alfalfa permite tener posibilidades de producción en distintos ambientes, adaptándose a un rango altitudinal que va desde los 700 a los 4000 metros sobre el nivel del mar, mostrándose como una gran alternativa forrajera que suple las deficiencias en cuanto a producción de biomasa y calidad nutricional. Adicionalmente, por ser un cultivo perenne, evita la erosión y facilita el control de algunas plagas y enfermedades para aquellos cultivos que se establecerán posteriormente. Dadas estas características, se hace necesario realizar una actualización sobre las características y bondades de esta leguminosa, a fin de que sea vista como un forraje de alto potencial productivo y nutricional para las ganaderías del país.

Zootecnista, M.Sc.
Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Pamplona
dixonflores@gmail.com

Tipo: artículo de revisión
Recibido: 16/01/2015
Aceptado: 23/04/2015

Palabras clave: biomasa, calidad nutricional, forraje, leguminosa

ALFALFA (*Medicago sativa*): ORIGIN, HANDLING AND PRODUCTION

ABSTRACT

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is the forage resource most used in livestock feeding worldwide. It is one of the most important legumes, due to its ease of adaptation to different environments and its nutritional quality. Another important feature is its large biomass production, which allows forage to be stored for those times of the year when the climate conditions affect the forage supply. Another important factor that allows the choice of this forage is the ability it has to fix atmospheric nitrogen symbiotically, allowing lower production costs in terms of fertilization work, in addition to improving the chemical properties of the soil. On the other hand, it allows increasing the animal load capacity, improving the weight gain and milking productivity of the farms dedicated to livestock production. Due to these characteristics and thanks to the variety available, alfalfa allows production possibilities in different environments, adapting to an altitudinal range that ranges from 700 to 4000 meters above sea level, showing itself as a great forage alternative that it supplements deficiencies in biomass production and nutritional quality. Additionally, because it is a perennial crop, it prevents erosion and facilitates the control of some pests and diseases for those crops that will be established later. Set these features, it is necessary to update the characteristics and benefits of this legume, in order to be seen as forage with high productive and nutritional potential for the country's herds.

Keywords: biomass, nutritional quality, forage, legume.

O ALFALFA (*Medicago sativa*): ORIGEM, MANUSEIO E PRODUÇÃO

RESUMO

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é o recurso forrageiro mais utilizado na alimentação animal do mundo. É uma das leguminosas mais importantes, devido à sua facilidade de adaptação a diferentes ambientes e à sua qualidade nutricional. Outra característica importante é a sua grande produção de biomassa, que permite que a forragem seja armazenada para as épocas do ano em que as condições climáticas afetam o fornecimento de forragem. Outro fator importante que permite a escolha desta forragem, é a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico simbioticamente, possibilitando menores custos de produção em termos de fertilização, além de melhorar as propriedades químicas do solo. Por outro lado, permite aumentar a capacidade de carga animal, melhorar o ganho de peso e a produtividade do leite das fazendas dedicadas à produção pecuária. Devido a estas características e graças à variedade de variedades disponíveis, a alfafa permite possibilidades de produção em diferentes ambientes, adaptando-se a um intervalo altitudinal que varia de 700 a 4000 metros acima do nível do mar, mostrando-se como uma ótima alternativa forrageira suplementa deficiências na produção de biomassa e na qualidade nutricional. Além disso, por ser uma cultura perene, evita a erosão e facilita o controle de algumas pragas e doenças

para as culturas que serão estabelecidas posteriormente. Dadas essas características, é necessário atualizar as características e benefícios dessa leguminosa, para que seja vista como uma forragem com alto potencial produtivo e nutricional para a pecuária no país.

Palavras-chave: biomassa, qualidade nutricional, forragem, leguminosa.

LUZERNE CULTIVÉE (*Medicago sativa*) : ORIGINE, MANUTENTION ET PRODUCTION

RÉSUMÉ

La luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.) est la ressource fourragère la plus utilisée dans l'alimentation du bétail dans le monde entier. C'est l'une des légumineuses les plus importantes, en raison de sa facilité d'adaptation aux différents environnements et de sa qualité nutritionnelle. Une autre caractéristique importante est sa grande production de biomasse, qui permet de stocker le fourrage pour les périodes de l'année où les conditions climatiques affectent l'approvisionnement en fourrage. Un autre facteur important qui permet le choix de ce fourrage est sa capacité à fixer symbiotiquement l'azote atmosphérique, ce qui permet de réduire les coûts de production en termes de fertilisation, en plus d'améliorer les propriétés chimiques du sol. D'autre part, il permet d'augmenter la capacité de charge des animaux, d'améliorer le gain de poids et la productivité laitière des exploitations dédiées à l'élevage. Grâce à ces caractéristiques et grâce à la variété disponible, la luzerne cultivée permet des possibilités de production dans différents environnements, s'adaptant à une gamme altitudinale allant de 700 à 4000 mètres au-dessus du niveau de la mer, se présentant comme une excellente alternative au fourrage et qualité nutritionnelle. De plus, parce que c'est une culture pérenne, elle prévient l'érosion et facilite le contrôle de certains ravageurs et maladies pour les cultures qui seront établies plus tard. Déterminé ces caractéristiques, il est nécessaire de mettre à jour les caractéristiques et les avantages de cette légumineuse, afin d'être considéré comme fourrage avec un potentiel productif et nutritionnel élevé pour les troupeaux du pays.

Mots-clés : biomasse, qualité nutritionnelle, fourrage, légumineuse.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento de la población humana, ha hecho que los sistemas de producción animal sean más eficientes en la obtención de proteína: carne y leche, con el fin de garantizar el abastecimiento para la alimentación de las poblaciones (FAO, 2000). Son diversos los factores que intervienen en esta eficiencia, siendo la más importante la nutrición

animal (Uffo, 2011). Los forrajes se han destacado como la el principal fuente de alimentación en las ganaderías del país, debido a su economía de producción; sin embargo, poseen limitantes en cuanto al aporte de proteína bruta y la difícil digestibilidad de algunos de sus nutrientes (Quero *et al.*, 2007). Por esta razón, se ha encontrado en las leguminosas

una opción viable desde el punto de vista nutricional y económico para suplir las deficiencias ya mencionadas, permitiendo ofrecer a los bovinos una dieta balanceada (Rebora *et al.*, 2015).

La alfalfa se considera el cultivo forrajero más empleado en el mundo, cuyo principal uso es la alimentación del ganado gracias a su excelente valor nutricional, especialmente en proteína y fibra digestible (Santamaría *et al.*, 2000), permitiendo mejorar y obtener indicadores productivos zootécnicos, tal como los reportados por Faner (2001), en cuanto a conversión alimenticia 3.3:1 de bovinos en pastoreo, en comparación con otros forrajes que se obtienen conversiones de 4.9 y 5.9 (Mac, 2013). La principal cualidad de la alfalfa, es su gran capacidad para fijar nitrógeno

proveniente de la atmósfera, siendo de hasta 770 Kg/ha/año, según Campiño *et al.* (2003); y de 120 a 800 Kg/ha/año para Urzúa (2005). Este elemento resulta crucial para el ciclo de vida de esta especie forrajera, estando presente en grandes cantidades en las rocas y en la atmósfera. Esta leguminosa posee un gran potencial productivo, alcanzando a superar los 450 Kg de proteína bruta/ha/año. Como lo menciona Clavijo y Cadena (2011), la alfalfa tiene un alto grado de palatabilidad, además de favorecer la fertilidad y mejorar la estructura del suelo. El objetivo de este artículo es indagar y profundizar sobre los aspectos agronómicos, productivos y nutricionales de esta leguminosa, que permita a los productores contar con una alternativa forrajera para sus ganaderías.

ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA ALFALFA

La alfalfa (Figura 1) llega en el siglo XVI a América del Sur (Álvarez, 2013), proveniente de Irán y Asia Menor. Con 32 millones de hectáreas, es la leguminosa más empleada como forraje en el mundo (Bouton, 2001).

La alfalfa es una especie que se adapta a una gran variedad de climas, encontrándose praderas de este forraje en altitudes comprendidas entre 700 y 4000 m s. n. m., con temperaturas que oscilan entre los 15 a 25°C en el día y de 10 a 20°C en la noche (Cadena & Clavijo, 2011). Se considera a esta leguminosa, como una especie de días largos, y en aquellas regiones en donde el fotoperiodo es mayor a 12 horas, su floración es más abundante (Quiroga, 2013). Su desarrollo se ve afectado en suelos con pH menor a 5.0, prefiriendo



Figura 1. Floración de la alfalfa variedad Fuente: Moapa 69.

suelos profundos, con buen drenaje, alcalinos, tolerando moderadamente la salinidad y siendo resistente a periodos de sequía, gracias a su sistema radicular que le permite obtener agua de capas profundas del suelo (Sánchez, 2005).

Clasificación científica. En la tabla 1, se indica la clasificación taxonómica de la alfalfa.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la alfalfa (*Medicago sativa*)

Reino	Vegetal
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Trifolieae
Género	<i>Medicago</i>
Especie	<i>Sativa</i>

Fuente: Tomado de: Rosado, 2011

Características de crecimiento de la planta de alfalfa. Los componentes que son indispensables para el desarrollo del sistema radicular y vegetativo (parte aprovechable de la planta), son producto del proceso de fotosíntesis de la parte aérea de la planta (Clavijo & Cadena, 2011). La persistencia de la alfalfa se ve afectada por cortes o pastoreos en momentos inadecuados, que favorecen la eliminación de tallos y hojas (Becerra, 2003). Para garantizar una buena producción y cultivo de la alfalfa, se requiere conocer y manejar los factores involucrados en su crecimiento, así como el mecanismo que

permite asegurar garantizar la persistencia y calidad del alfalfar durante varios años (Rebora *et al.*, 2015).

La corona es una estructura que se desarrolla por debajo del suelo y está ubicada por encima de la raíz (Figura 2). Allí, se forma el rebrote basal de la planta, dando origen a los tallos principales y secundarios, siendo esto el brote de la planta. En cultivos ya establecidos, se originan nuevos retoños desde la corona, dando lugar a tallos con mayor vigor (Soriano, 2003).

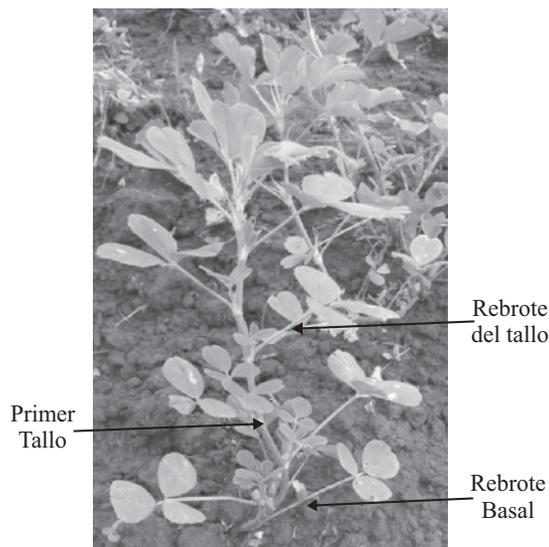


Figura 2. Características de crecimiento de la planta de alfalfa.

Fuente: adaptado de Rebuffo, (2005)

Es importante conocer la importancia del sistema radicular como estructura almacenadora de las reservas energéticas, fundamentales para la vida de la planta y su plan de manejo (Basigalup, 2007). Se requiere generar un área foliar adecuada después de la defoliación, a través de la energía que proviene de compuestos orgánicos, azúcares y almidón (carbohidratos no estructurales)

almacenados en la raíz y corona (Pérez *et al.*, 2002).

Estos carbohidratos no estructurales, tienen dos orígenes: uno, los asimilados en el proceso de fotosíntesis; y, dos, los acumulados en la raíz y corona, siendo en ambos casos empleados para suplir los requerimientos de respiración y crecimiento del alfalfar después de su aprovechamiento (corte o pastoreo) permitiéndole también superar condiciones de estrés (Basigalup, 2007). Terminada la

defoliación, se inicia el nuevo crecimiento desde el rebrote basal, movilizándose desde las raíces y corona la reserva energética (Guevara, 2000) (Figura 3), continuando hasta que la planta tiene de 15 a 20 centímetros de altura (en este momento, las reservas energéticas de la planta se encuentran en su nivel más bajo) (Correa & Salgado, 2013). Para este momento, los tallos y hojas tienen la capacidad de producir energía suficiente para seguir con el crecimiento e iniciar nuevamente su almacenamiento (Jahn *et al.*, 2000).

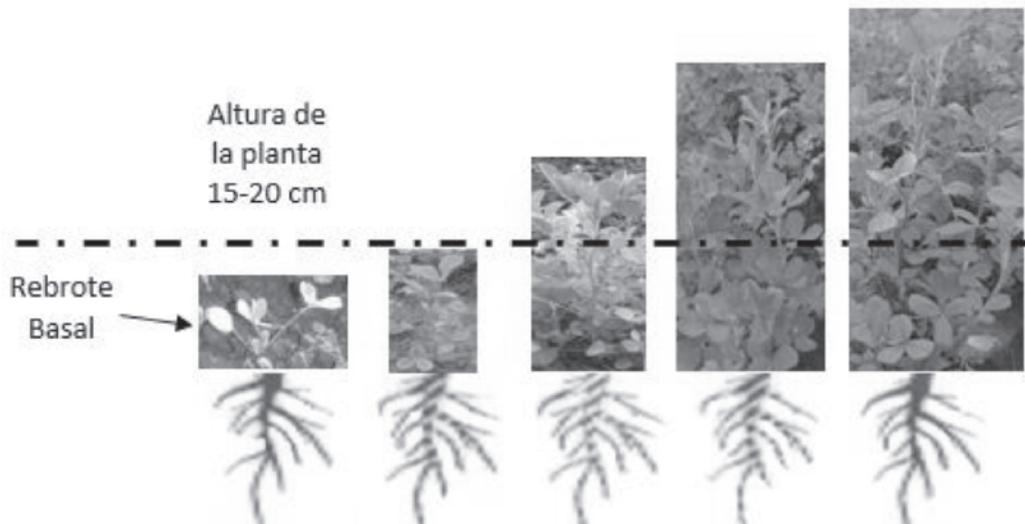


Figura 3. Mecanismos de reserva de la planta.
Fuente: adaptado de Cadena & Clavijo, (2011)

Manejo para el pastoreo. El estado de madurez del cultivo, debe ser el principal indicador del momento adecuado para el pastoreo o corte de la alfalfa, estrategia que, asociada a un buen sistema de pastoreo, permite garantizar forraje de calidad en cantidades aceptables y la sostenibilidad del cultivo (Rebuffo, 2005). La productividad, vigor y persistencia de la alfalfa, se ve afectado por el manejo agronómico, siendo este factor el más importante para garantizar la perennidad

del cultivo. Deben pasar como mínimo entre 25 y 30 días de crecimiento activo para que se produzca la floración (Clavijo & Cadena, 2011). Los crecimientos del cultivo resultan irregulares, ya que las altas temperaturas reducen los días necesarios para alcanzar la floración (Rebuffo, 2000). Para definir el mejor momento para el aprovechamiento del cultivo, se deben tener en cuenta dos factores: el clima y los primeros botones florales (Pagliaricci & Saroff, 2008).

En la figuras 4 y 5, se observa la relación que existe entre el crecimiento y desarrollo de la planta y su calidad nutricional, disminuyendo este último a medida que el cultivo se hace maduro (Nuñez *et al.*,

2013). La calidad del forraje está relacionado por la proporción de hojas y tallos que presente, siendo ideal una alta presencia de hojas y un porcentaje bajo de tallos (Rincón *et al.*, 2008).

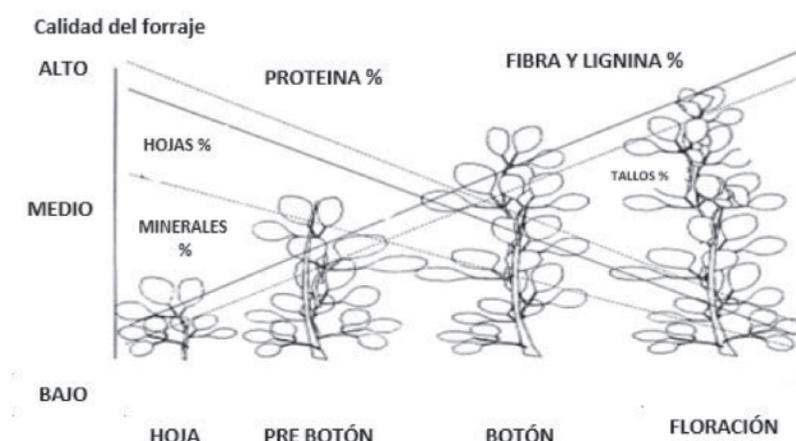


Figura 4. Evolución de los componentes del forraje de alfalfa en relación con los estados de madurez.
Fuente: tomado de Cadena & Clavijo, (2011)

Esta leguminosa presenta mejor comportamiento en sistemas de pastoreo rotativos, de baja intensidad y poca duración (Hernández *et al.*, 2012). Se debe evitar hacer el nuevo aprovechamiento del forraje, tres semanas después de la defoliación, momento en el cual la planta

tiene una altura máxima de 20 centímetros y posee los niveles más bajos de reservas energéticas. Pasado este momento, el crecimiento de la planta continúa favoreciendo la recuperación de las reservas energéticas (Rebuffo, 2005).

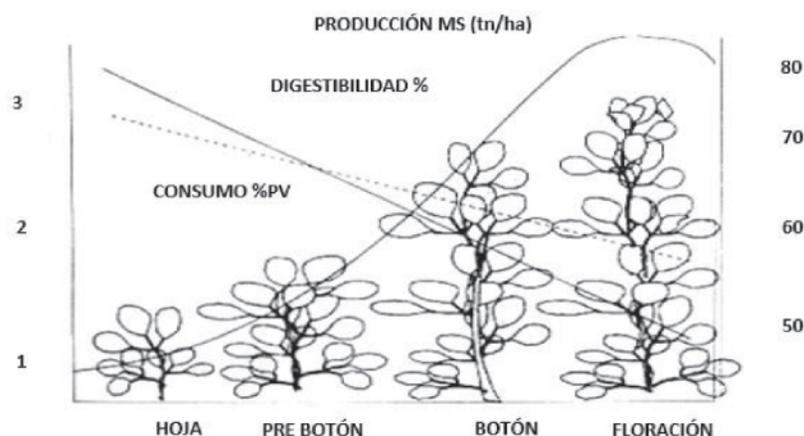


Figura 5. Evolución de la producción de materia seca, la digestibilidad del forraje y el consumo animal de alfalfa en distintos estados de madurez
Fuente: tomado de Clavijo & Cadena, (2011)

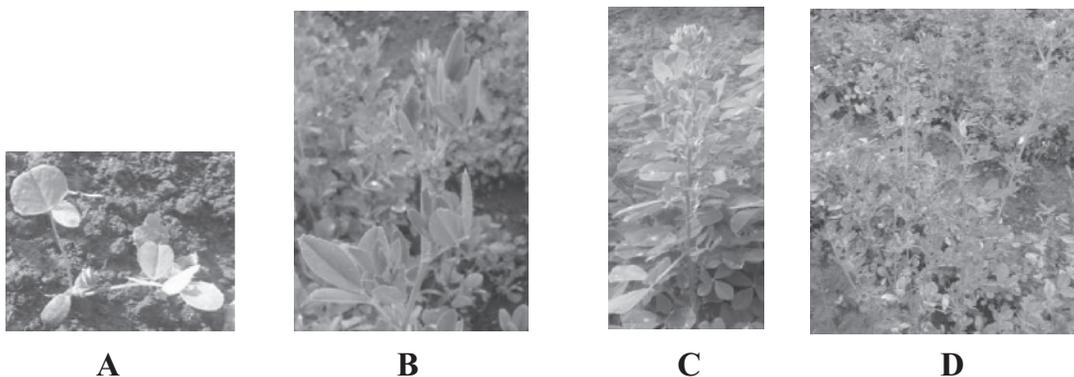
El pastoreo directo es el principal uso que se les da a la praderas cuya base forrajera es la alfalfa (Jahn *et al.*, 2002). El alfalfar requiere periodos adecuados de descanso entre un pastoreo y otro, siendo el pastoreo rotacional el más adecuado para esta especie (Carrete *et al.*, 2006). Existen dos momentos claves que indican que el cultivo se encuentra en el momento preciso para el pastoreo: el rebrote basal y el comienzo de la floración (Rebuffo, 2005). El vigor de la planta se reduce cuando el pastoreo se lleva a cabo en plantas que no han comenzado el proceso de rebrote o floración (Rincón *et al.*, 2008), ocasionando una baja considerable en las reservas energéticas y afectando la persistencia del cultivo (Lemus *et al.*, 2013).

A medida que las reservas energéticas en la raíz aumentan, lo hace de la misma manera la producción de forraje, hasta que el cultivar alcanza su floración plena, afectando drásticamente la calidad del forraje (Basigalup, 2007). Cuando el pastoreo o el corte se demoran, se desarrollan rebrotes basales muy altos, generalmente desde la corona. Por lo anterior, pastoreos muy rápidos no

garantizan un nivel óptimo de reservas del cultivar, caso similar si los pastoreos son muy prolongados y los animales consumen los rebrotes, afectando la planta (Rebuffo, 2005). Para la elección de una variedad de esta especie, se deben tener en cuenta todos aquellos factores que intervienen en su potencial productivo y nutricional, como las condiciones climáticas, de suelo, prácticas de manejo y su manera de aprovechamiento, ya sea para pastoreo, corte o conservación, que asociados a los caracteres genéticos de la especie, dicho potencial se expresará de manera diferente (Jolalpa *et al.*, 2005).

La calidad del forraje se pierde, cuando se demora la entrada de los animales para el pastoreo, una vez iniciada la floración (Villalobos, 2002). Se debe garantizar la persistencia del alfalfar, empleando periodos de ocupación no tan largos, que eviten que el ganado consuma los rebrotes, afectando la persistencia del cultivo (Rebuffo, 2005). La época del año, debe indicar la duración y la intensidad del pastoreo, permitiendo ajustar la carga animal sin afectar el cultivo (Hernández *et al.*, 2012).

Fenología: se divide en cuatro etapas (Figura 6):



Fuente: adaptado de Yzarra & López, (2011)

- A. Emergencia.** Fecha en que aparecen los cotiledones por encima de la superficie de suelo. Esta fase se observa solo durante el primer año de la plantación, posteriormente debe suplantarse por la observación de la fase de botón floral.
- B. Botón floral.** Aparecen los primeros botones florales.
- C. Floración.** Aparece la primera flor.
- D. Maduración.** En alfalfa para uso forrajero se registra la fecha de corte; si el propósito es la producción de semilla, la madurez fisiológica se manifiesta por oscurecimiento de las vainas.

Esta leguminosa posee dos hojas embrionales (Calsamiglia *et al.*, 2016). La semilla posee una radícula y un punto de crecimiento sobre cada cotiledón y el endosperma, para la germinación. El crecimiento del embrión origina una nueva planta, y finaliza cuando la radícula traspasa la cubierta seminal (Basigalup, 2007). Continúa el crecimiento, hasta que la planta es capaz de realizar el proceso de fotosíntesis (autótrofa) (D'Attellis, 2005).

De acuerdo con las condiciones ambientales y la calidad fisiológica de la semilla, la germinación ocurre de tres a

siete días pasada la siembra. El estado de plántula finaliza con la emergencia de la primera hoja verdadera (unifoliada) sobre la yema del primer nudo del tallo. El crecimiento de tallos secundarios, provenientes de las yemas axilares, se da después de que el tallo principal cuenta con más de tres hojas trifoliadas (Figura 7) que se van desarrollando de manera alternada a cada lado del tallo (Paredes, 2013). La división celular, al igual que el alargamiento de los entrenudos, aumentan la longitud del tallo primario y, por tanto, el tamaño de la planta (Pezzani, 2012).

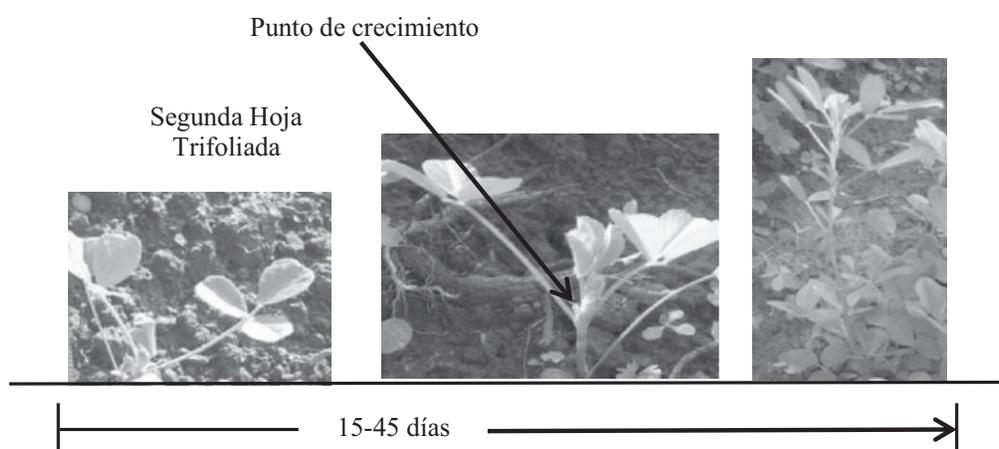


Figura 7. Desarrollo de hojas trifoliadas de *Medicago sativa*

Fuente: adaptado de D'attellis, (2005)

La apariencia ramificada de la planta, se da con el crecimiento normal de nuevos tallos secundarios, formando la corona, estructura indispensable para la persistencia del cultivo en los próximos años (D'attellis, 2005). Pasado el pastoreo, esta estructura es la responsable de producir el rebrote vegetativo (Formoso, 2011). Para el segundo año, el tamaño de la corona se aumenta, desarrollando nuevos tallos sobre los ya existentes (Romero, 2011). Por otro lado, los carbohidratos producidos en el proceso de fotosíntesis, son almacenados en la corona y tejidos de la raíces (Martínez *et al.*, 2013). Son empleados por las plantas para favorecer el rebrote y para resistir a bajas temperaturas. La perennidad del alfalfar depende del manejo que se dé durante el primer año de establecimiento (D'Attellis, 2005).

Requerimientos hídricos. Se considera a la alfalfa como una planta que resiste a la sequía (Demin & Aguilera, 2012). Naturalmente, las condiciones del clima determinarán la cantidad de agua necesaria para un desarrollo óptimo de esta especie (Espinoza & Ramos, 2001). En general, se considera que para obtener un kilogramo de biomasa, la alfalfa requiere de 215 litros de agua (Pedroza *et al.*, 2014), mientras que Ríos *et al.* (2011) afirman que para esta misma producción, el requerimiento es de 267 litros.

La productividad de la alfalfa se ve afectada por la restricción de agua, pero no se frena el crecimiento en su totalidad; de la misma manera, esta leguminosa en su etapa de crecimiento activo no tolera inundaciones por periodos prolongados debido a la escasa disponibilidad de oxígeno en el suelo causando la muerte a gran cantidad de plantas (Montemayor *et al.*, 2010).

Suelos. El valor ideal de pH para el cultivo de la alfalfa se encuentra en la neutralidad, sin embargo, puede tolerar algún grado de alcalinidad mejor que la acidez (Soto *et al.*, 2005). Se debe tener en cuenta que, valores de pH muy altos afectan la disponibilidad de elementos esenciales en el desarrollo del cultivo (Vivas, 2004). Además, requiere de suelos profundos con buen drenaje que permitan el desarrollo de su sistema radicular (Demin & Aguilera, 2012).

Producción de biomasa y calidad nutricional

La alfalfa se muestra como una alternativa forrajera en busca de la sostenibilidad de la empresa ganadera. En cuanto a su potencial de producción de biomasa, Álvarez (2013), en su investigación “evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.)”, reporta que las variedades Júpiter y San Miguelito, registraron el mayor y menor rendimiento anual de forraje con 14510 y 7890 Kg/MS/ha. Resultados superiores fueron reportados por Rojas (2011), encontrando rendimientos anuales de 20.275 y 20.644 Kg/MS/ha para las variedades Júpiter y Milena.

Mendoza *et al.* (2010) obtuvieron que la mayor producción de forraje total y estacional de alfalfa variedad San Miguelito varió por efecto de la frecuencia del corte, reportando la mayor producción al cosechar cada 7 y 6 semanas, con 34.457 Kg MS Ha. Mendoza (2008) afirma que la persistencia del cultivo está relacionada con la frecuencia del pastoreo o corte, ya sea favoreciendo o perjudicando la producción y almacenamiento de carbohidratos no estructurales. Con una frecuencia de corte de 4, 5 y 6 semanas en primavera, otoño e invierno, respectivamente, Rivas *et al.* (2005)

obtuvieron una producción anual de 31132 Kg/MS/ha evaluando cinco variedades de este forraje.

Con la aplicación de fósforo, en una dosis que oscila entre 100 y 200 Kg ha (Días & Carvalho, 2000), se obtiene una mejor productividad del cultivo. Según los resultados obtenidos por Dammer (2004), la variedad de alfalfa con mejor producción de kilogramos de materia seca fue la Abunda verde con 2079 Kg; y la variedad con inferior producción fue la Moapa 69 con 1430 Kg de materia seca.

En el estudio realizado por Flores-Aguilar *et al.* (2012), se encontró que la producción promedio de forraje fue estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$), evaluando el efecto de fertilización química y orgánica sobre esta especie, reportando valores de 19.9 Mg ha para la ausencia de fertilización, 28.8 Mg ha para la fertilización química, 29.2 Mg ha para la orgánica y 32.7 Mg ha para su combinación.

Evaluando la composición nutricional, se tienen datos de materia seca reportados por López (2011) con un promedio de 23.25 y 23.90 % en plantas fertilizadas con vinaza. Mullo (2009) señaló un 25 % de materia seca, mientras que Acosta (2010) encontró datos inferiores con un 20.13 % de materia seca en alfalfa. En cuanto a la proteína

cruda, López (2011) y Acosta (2010) encontraron un porcentaje de 17.24 a 18.10 % y de 14.28 %, respectivamente, empleando el primero la vinaza como fertilizante. Jhan *et al.* (2000) manifiestan que con un corte temprano en la alfalfa, se pueden obtener porcentajes superiores al 25 % de proteína, afirmando que a medida que avanza el desarrollo del cultivo, disminuye su calidad nutricional. Para el parámetro de energía bruta, Parsi *et al.* (2001) reporta valores energéticos de 2.3 Mcal/Kg de este forraje. Danelón (2006) alcanza valores para fibra detergente neutra con un rango de 38 a 56 % y para fibra detergente ácida de 28 a 40 %. Mullo (2009) encontró valores similares para fibra detergente ácida con 25 %. Lloveras y Molines (2015) reportan valores de fibra neutra y ácida de la alfalfa de 42 y 31 % respectivamente, realizando el corte al 10 % de floración. Para el caso del calcio, Clemente *et al.*, (2003) obtuvo 0.02 %, en donde Anrique *et al.* (2008) reportan valores inferiores de este mineral con un 1.74 %; y para el fósforo, Anrique *et al.* (2008) con 0.29 %. INATEGA (2011) reportó un porcentaje de fósforo de 0.26 % para heno producido por deshidratación artificial. Finalmente, para la digestibilidad in vitro, López *et al.* (2011) reportó valores del 63 %, mientras que Aguirre (2008) encontró valores superiores con un 76.5 %.

CONCLUSIONES

La alfalfa es un forraje que posee excelentes propiedades que la hacen una alternativa alimenticia, especialmente en ganaderías especializadas donde el objetivo es minimizar los costos de producción y garantizar la sostenibilidad de la empresa pecuaria. Posee ventajas sobre otros forrajes, como su contenido nutricional y rendimiento de materia seca por hectárea, además de tener la capacidad

de fijar nitrógeno atmosférico que ayuda a enriquecer el suelo. La persistencia del cultivo y su productividad, dependen en gran medida de un factor clave como lo es el manejo. Se requiere establecer un calendario de eventos, que permitan determinar el periodo de descanso más adecuado para el alfalfar y la intensidad del pastoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, A. 2010. Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento – engorde de cuyes. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis. Ecuador. 33 pp.

AGUIRRE, J. 2008. Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis. Riobamba, Ecuador. 86 pp.

ÁLVAREZ, P. 2013. Evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Tesis. Montecillo, Texcoco - México. 79 pp.

ANRIQUE, R., FUCHSLOCHER, R., IRAIRA, S. & SALDAÑA, R. 2008. Composición de alimentos para el ganado bovino. 3ª edición. Universidad Austral de Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias-CRI Remehue, Consorcio Lechero. 87 pp.

BASIGALUP, D. 2007. El cultivo de la alfalfa en Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Buenos Aires, Argentina. 479 pp.

BECCERA, C. 2003. Productividad de cuatro cultivares y tres líneas de alfalfa (*Medicago sativa* L) en un andisol de la región de la Araucanía. Universidad de La Frontera. Tesis. Temuco- Chile. 79pp.

BOUTON, J. 2001. Alfalfa. In: Gomide JA, Mattos WRS, da Silva SC (eds) Proc. XIX International Grassland Congress, Sao Pedro, Sao Paulo Brazil. 11–21(February 2001). FEALQ, Piracicaba SP Brazil, 545-547.

CALSAMIGLIA, A., FERRET, A. & BACH, A. 2016. Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2ª ed. Madrid, 93 pp.

CAMPIÑO, R., URQUIAGA, S., PINO, I. & MONTENEGRO, A. 2003. Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en

- leguminosas forrajeras mediante la metodología del ^{15}N . Agricultura Técnica 63(2): 169-179.
- CARRETE, J., SCHENEITER, O., COLABIANCHI B. & AMENDOLA, C. 2006. Utilización de pasturas de alfalfa - festuca alta con dos sistemas de pastoreo. Carga animal y producción de carne. Revista de Investigaciones Agropecuarias 35(3): 19-28.
- CLAVIJO, E. & CADENA, P. 2011. Producción y calidad nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa*) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos. Universidad de la Salle. Tesis. Bogotá, Colombia. 35 pp.
- CLEMENTE, J., ARBAIZA, T., CARCELÉN, F., LUCAS, O. & BAZÁN, V. 2003. Evaluación del valor nutricional de la *Puya llatensis* en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 14(1): 1-6.
- CORREA, R. & SALGADO, D. 2013. Manejo del pastoreo en alfalfa. Revista de divulgación técnica, agrícola y agroindustrial 39: 5p.
- D'ATTELLIS, R. 2005. Alfalfa (*Medicago sativa* L.): Producción de semilla-Tinogasta, Catamarca. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Ministerio de Producción y Desarrollo Gobierno de la Provincia de Catamarca. 47 pp.
- DAMMER, M. 2004. Adaptación de cuatro variedades de alfalfa *Medicago sativa* en la zona de Cananvalle, Tabacundo. Cayambe, Ecuador. LA GRANJA, 11-19.
- DANELÓN, J. 2006. Cubos y pellets de alfalfa en la alimentación animal. En: INTI. Jornada Técnica Proyecto Alfalfa 2010. Buenos aires, Argentina. 47 pp.
- DEMIN, P. & AGUILERA, J. 2012. Efecto del régimen de riego en el rendimiento de alfalfa para corte en el Valle Central de Catamarca, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo 44(1): 173-181.
- DIAS-FILHO, M. B. & CARVALHO, C. J. R. D. 2000. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35(10): 1959-1966.
- ESPINOZA, C. & RAMOS, G. 2001. El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores. No. 22. Fundación Produce de Aguascalientes-INIFAP.
- FANER, C. 2001. La pastura de alfalfa como fuente de alimentación para cerdos en crecimiento y terminación. En: Nutrición porcina: Universo Porcino (En línea). Disponible en http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/faner_la_pastura_de_alfalfa_como_fuente_de_alimentacion.html. Accesado en 16/11/2016.
- FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 2000. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma. 329pp.
- FLORES-AGUILAR, J., VÁZQUEZ-ROSALES, R., SOLANO-VERGARA, J., AGUIRRE-FLORES, V., FLORES-PÉREZ, F.I., BAHENA-GALINDO, M. E., OLIVER-GUADARRAMA, R., GRANJENO-COLÍN, A. E. & ORIHUELA-TRUJILLO, A. 2012. Efecto de fertilizante orgánico, inorgánico y su

combinación en la producción de alfalfa y propiedades químicas del suelo. *Terra Latinoamericana* 30(3): 213-220.

FORMOSO, F. 2011. Producción de semilla de alfalfa. En: Producción de semillas de especies forrajeras. INIA, Serie técnica (190): 191-213.

GUEVARA, H. 2000. Valor nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) con diferentes estados fenológicos en ovinos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis. Riobamba- Chimborazo, Ecuador. 90pp.

HERNÁNDEZ, A., MARTÍNEZ, P., ZARAGOZA, J., VAQUERA, H., OSNAYA, F., JOAQUIN, B. & VELAZCO, M. 2012. Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad del pastoreo. *Rev. Fitotec. Mex.* 35 (3): 259-266.

INATEGA, 2011. Tablas de contenido en fósforo en forrajes en España. Castilla y León, España. 10pp.

JAHN, E, VIDAL, A. & SOTO, P. 2000. Sistema de producción de leche asado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro sur. II Consumo y calidad del forraje. *Agricultura Técnica* 60 (2): 99-111.

JAHN, E., VIDAL, A., BAEZ, F, SOTO, P. & ARREDONDO, S. 2002. Utilización de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en tres estados de madurez y dos residuos con vacas en lactancia a pastoreo. *Agricultura Técnica* 62 (1): 99-109.

JOLALPA, J., ESPINOSA, JOSÉ., CUEVAS, V., MOCTEZUMA, L. & ROMERO, F. 2009. Necesidades de investigación en la cadena productiva de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Estado de

Hidalgo. *Revista Mexicana de Agronegocios* 13(25): 104-115.

LEMUS, R., MENDOZA, A., RODRÍGUEZ, G., YABUTA, A. & MARÍN, M. 2013. Patrón de defoliación de alfalfa por bovinos lecheros en pastoreo con asignación al doble de sus requerimientos de M.S. y con tres niveles de franqueo. UNAM. México. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/forrajes-pasturas/articulos/amenapatron-defoliacion-alfalfa-t4753/089-p0.htm>. Accesado en 02/02/2016.

LLOVERAS, V. J. & MELINES, M. A. 2015. La calidad en la alfalfa, posibles clasificaciones. La rentabilidad del cultivo se asienta en tres pilares: producción, calidad y persistencia. *Vida rural* 395: 36-40.

LÓPEZ, A. 2011. Evaluación de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente en la producción forrajera del *Medicago sativa* (Alfalfa). Escuela de Ingeniería Zootécnica. Tesis. Riobamba, Ecuador. 106 pp.

LÓPEZ, A., CABRERA, R. & ROJAS, E. 1996. Digestibilidad aparente de forrajes secos por la alpaca (*Lama pacos*). I. Henos de alfalfa (*Medicago sativa*) de tres calidades y heno de quinhuilla (*Chenopodium albinum*). *Avances en ciencias veterinarias* 11 (1): 5-9.

MAC, R. 2013. Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico. VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición (Octubre 3 y 4 de 2013). Rosario-Argentina. 7pp.

MARTÍNEZ, T., PLASCENCIA, F. & ISLAS, L. 2013. La relación entre los

- carbohidratos y la vitalidad en árboles urbanos. *Rev. Chapingo* 19 (3): 459-468.
- MENDOZA, P. 2008. Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferente frecuencia de corte. Colegio de postgraduados. Tesis. Montecillo- Texcoco, México. 103 pp.
- MENDOZA, P., HERNÁNDEZ, G., PÉREZ, P., QUERO, C., ESCALANTE, E., ZARAGOZA, R. & RAMÍREZ, R. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria* 1 (3): 287-296.
- MONTEMAYOR, J., AGUIRRE, H., OLAGUE, J., ROMÁN, A., RIVERA, M., PRECIADO, P., MONTEMAYOR, I., SEGURA, M., OROZCO, J. & YESCAS, P. 2010. Uso del agua en la alfalfa (*Medicago sativa*) con riego por goteo subsuperficial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 1 (2): 145-156.
- MULLO, L. 2009. Aplicación del promotor natural de crecimiento (Sel – plex) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento, engorde y gestación, lactancia. Escuela Superior Politécnica de Chimboraza. Tesis. Riobamba -Ecuador. 40 pp.
- NUÑEZ, G., PAYÁN, J., PEÑA, A, RUÍZ, O. & ARZOLA, C. 2013. Evaluación de la calidad nutricional y producción de leche de diferentes forrajes a través del modelo CPM. *Revista AGROFAZ* 13 (3):17-23.
- PAGLIARICCI, H. & SAROFF, C. 2008. FORRAJES: Morfofisiología de plantas forrajeras. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. 10 pp.
- PAREDES, M. 2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas. Pontificia Universidad Católica de Argentina. Tesis. Argentina. 114pp.
- PARSI, J., GODIO, L., MIAZZO, R., MAFFIOLI, R., ECHEVARRÍA, A. & PROVENSAL, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. Argentina. 32 pp.
- PEDROZA SANDOVAL, A., RÍOS-FLORES, J., TORRES MORENO, M., CANTÚ BRITO, J., PICENO SAGARNAGA, C. & YÁÑEZ CHÁVEZ, L. 2014. Eficiencia del agua de riego en la producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa*): impacto social y económico. *Terra Latinoamericana* 32(3): 231-239.
- PÉREZ, B., HERNÁNDEZ, G., PÉREZ, P. & HERRERA, H. 2002. Respuesta productiva y dinámica del rebrote del pasto ballico perenne a diferentes alturas de corte. *Téc. Pecu. México*. 40(3): 251-263.
- PEZZANI, F. 2012. Biología y morfofisiología de plantas forrajeras. *Ecología – U. S. Ambientales*. 34 pp.
- QUERO, A., ENRIQUEZ, J. & MIRANDA, L. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América Tropical, avances o status quo. *Interciencia* 32(8): 566-571.
- QUIROGA, H. 2013. Tasa de acumulación de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatológicas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 4 (4): 503-516.
- REBORA, C., BARROS, A., IBARGUREN, L., BERTONA, A., ANTONINI, C. & ARENAS, F. 2015. Efecto del grado de reposo invernal de alfalfa (*Medicago sativa* L.) sobre el rendimiento de heno en el oasis norte de

- Mendoza. Rev. FCA UNCUIYO 47 (2): 43-51.
- REBUFFO, 2000. Adopción de variedades en Uruguay En: REBUFFO, M., RISSO, D., RESTAINO, E. (eds.) Tecnología en alfalfa, Boletín de divulgación INIA 69, Montevideo-Uruguay. 5-16.
- REBUFFO, M. 2005. ALFALFA: Principios de manejo del pastoreo. Revista INIA 5: 9pp.
- RINCÓN, A., LIGARRETO, G., & GARAY, E. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte Llanero Colombiano. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 61(1): 4336-4346.
- RÍOS, J., RUIZ, J., TORRES, M. & MARTÍNEZ, Y. 2011. Productividad física y económica del metro cúbico de agua de riego por bombeo en el cultivo de alfalfa forrajera (*Medicago sativa*) en la Comarca Lagunera, México, de 1990 a 2009. Nivel de agregación: ambos tipos de tenencia del suelo, Ejido y Pequeña Propiedad. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 10: 1-10.
- RIVAS, J., LÓPEZ, C., HERNÁNDEZ, G., & PÉREZ, J. 2005. Efecto de tres regímenes de cosecha en el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Téc Pecu Méx 43 (1): 79-92.
- ROJAS, G. 2011. Dinámica de crecimiento y rendimiento de forraje de diez variedades de alfalfa. Colegio de postgraduados. Tesis. Montecilo, Texcoco, México. 70 pp.
- ROMERO, N. 2011. Efecto del período de pastoreo y estado de madurez sobre la producción y persistencia de alfalfas con distinto grado de dormancia. INTA eds. Argentina. 20 pp.
- ROSADO, A. 2011. Utilización de diferentes profundidades de labranza mínima en el establecimiento de alfalfa (*Medicago sativa*) y su efecto en los rendimientos productivos. Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis. Riobamba - Ecuador. 85 pp.
- SÁNCHEZ, J. 2005. Rendimiento y calidad de la alfalfa mediante la aplicación de fósforo y riego por goteo subsuperficial. Universidad Autónoma Agraria. Tesis. Torreón, Coahuila, México. 81pp.
- SANTAMARÍA, C., NÚÑEZ, H., MEDINA, G. & RUIZ, J. 2000. Potencial productivo de la alfalfa en México. En: SAGAR. INIFAP. CIRNOC. CELALA. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro técnico No. 2. México. 1-6.
- SORIANO, S. 2003. Importancia del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el estado de Baja California Sur. Universidad Autónoma Agraria "ANTONIO NARRO". Monografía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 113pp.
- SOTO, O., JAHN, B., VELASCO, H., & ARREDONDO, S. 2005. Especies Leguminosas Forrajeras para Cortes en Suelos Arcillosos de Mal Drenaje. Agricultura Técnica 65 (2): 157-164.
- UFFO, O. 2011. Producción animal y biotecnologías pecuarias: nuevos retos. Revista de Salud Animal 33 (1): 8-14.
- URZÚA, H. 2005. Beneficios de la fijación simbiótica de nitrógeno en Chile. Ciencia e investigación Agraria 32 (2): 133-150.

VILLALOBOS, T. 2002. Eficiencia de cosecha del forraje y producciones potenciales de carne. 4° Encuentro Productores de Terneros de la Cuenca del Salado, Argentina.

VIVAS, H. 2004. La. Argentina. Fertilización como herramienta para

incrementar la producción de alfalfa. INTA Rafaela. Anuario 2004. Agronomía. 22 p

YZARRA, T. & LÓPEZ, F. 2011. Manual de observaciones fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Ministerio de Agricultura. Perú. 99 p.