



LOS TRÉBOLES DE OLOR COMO RECURSO FORRAJERO.



Dr. Agr. Jorge R. Toll Vera



2018

Toll Vera, Jorge Raúl

Los tréboles de olor como recurso forrajero / Jorge Raúl Toll Vera. - 1a edición para el alumno. - San Miguel de Tucumán : Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-754-136-6

1. Plantas Forrajeras. I. Título.

CDD 633.2



PRÓLOGO

El aprovechamiento de las tierras salinizadas con destino forrajero, ha sido una de las alternativas propuestas para diversas regiones tanto templadas como subtropicales del mundo.

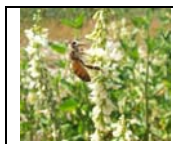
Los datos vertidos y analizados posteriormente como así también los antecedentes tanto locales como nacionales, resaltan la importancia del Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*) como leguminosa anual forrajera para suelos salinos. La selección y logro de poblaciones de Trébol de Olor Blanco cada vez más tolerantes a las sales, su empleo en conjunto con técnicas conservacionistas de implantación (labranza cero, cultivo de cobertura, etc.) y aprovechamiento forrajero (alambrado eléctrico, alta carga animal instantánea) implican ampliar la superficie ganadera hacia regiones marginales.

Trébol de Olor Amarillo (*Melilotus officinalis*) es de menor difusión en el Noroeste Argentino pero tiene similares implicancias en sus áreas de difusión.

Además del aporte productivo evaluado (forraje y semillas) se deben contemplar el nitrógeno atmosférico fijado por los nódulos; el aporte de los sistemas radiculares profundos que practican vías de acceso al agua de superficie; acumulación de materia orgánica en el perfil como así también el rastrojo en superficie.

El adecuado manejo y aprovechamiento de Trébol de Olor Blanco implica ampliar la superficie ganadera hacia regiones marginales.

Prof. Dr. Agr. Jorge R. Toll Vera



INTRODUCCIÓN

La expansión de la frontera agropecuaria del Noroeste Argentino, acontecida desde mediados de la década de 1970, fue favorecida por el bajo precio de las tierras, ciclos pluviométricos favorables y precios para la soja. En Argentina el avance de la agricultura, significó el desplazamiento de la ganadería hacia regiones de mayor marginalidad. Las tierras habilitadas para agricultura se manejaron con tecnología tradicional de la región pampeana con sus consiguientes problemas de erosión y degradación por el monocultivo.

Los cambios macroeconómicos en el sector agropecuario sucedidos a partir de la década de 1990 llevaron a que los bienes agropecuarios cayeran en su valor y afectaron fuertemente la estructura del productor rural.


Así, para poder sostener el ingreso real, o atenuar su disminución, muchos productores decidieron aumentar su escala y como consecuencia, muchos otros fueron desplazados y obligados a desaparecer.

Esa gran transformación también afectó profundamente la relación entre actividades agrícolas y ganaderas. La ganadería vacuna sufrió una reducción de la superficie ocupada para permitir la expansión de los cultivos agrícolas. Así creció la tasa anual de incorporación de tierras a agricultura llegando a 680.000 ha.año⁻¹, donde a la par del cambio de actividad deben sumarse los desmontes.

La expansión territorial de los cultivos de secano en Argentina ocurrió a expensas de las tierras de bosques (-18,4 %) y pastizales/pasturas (-6,8 %). No obstante, el área de pastizales/pasturas experimentó incrementos persistentes en las eco-regiones del Chaco, Bosque Atlántico y Esteros, lo cuál es indicativo que ellas han sido receptoras de cabezas bovinas desplazadas desde las eco-regiones de Pampa y Espinal, tal como lo sostienen Rearte (2007) y SENASA (2008).

El desplazamiento de la ganadería bovina ha significado una fuerte presión sobre la productividad de ambientes anteriormente considerados marginales por problemáticas de calidad de suelos, eventos climáticos (sequías e inundaciones periódicas), accesos, infraestructura y cultura ganadera.

Dentro de estos ambientes se encuentran los suelos salinos en sus distintas variables. Los mismos presentan fragilidad edáfica, gran variabilidad climática,

	<p style="text-align: center;">Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero</p>	<p style="text-align: center;">2</p>
--	--	--------------------------------------

factibilidad de anegamiento e inundación de distinta intensidad y frecuencia, problemas de déficit/excesos minerales en su composición, entre otros.

Muchas de estas áreas fueron originalmente ocupadas por bosques y arbustales, las que, en el intento de convertirlas en agrícolas mediante el desmonte a tala rasa, por la alta rentabilidad de los cultivos de soja y poroto, indujeron la movilización de sales (abundantes en estratos profundos del suelo) hacia el suelo superficial. Esta salinización secundaria tiene una fuerte incidencia en la selección de forrajeras capaces de desarrollarse y producir en esos ambientes.

El pastoreo en condiciones de elevada humedad de suelos, muy común durante el verano/otoño en las Llanuras Deprimidas Salinas de Argentina, produce alteraciones en la estructura superficial reduciendo el tamaño de los poros, aumentando la compactación superficial y restringiendo la captura de agua al aumentarse la escorrentía superficial.

El aprovechamiento de las tierras salinizadas con destino forrajero, ha sido una de las alternativas propuestas para diversas regiones tanto templadas como subtropicales del mundo.

Los *Melilotus* tuvieron una continua y rápida expansión en las distintas zonas ganaderas del norte Argentino y del centro del país. La fácil producción y cosecha de semillas, la adaptación a distintos tipos de suelos y la tolerancia a la salinidad, fueron los principales factores que llevaron a los Tréboles de Olor a ser una alternativa permanente en la cadena forrajera.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Dominio: Eukaryota

Reino: Plantae

Phylum: Spermatophyta

Subphylum: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae


Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Papilionoideae

Género: *Melilotus*

Especies: *Melilotus albus*; *M. officinalis*; *M. indicus*.

	<p>Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero</p>	<p>3</p>
--	--	----------

MELILOTUS: nombre genérico que deriva de las palabras griegas: *meli* que significa "miel", y *lotos*, una leguminosa.

El género **MELILOTUS** comprende alrededor de 20 especies originarias de la región que circunda el Mar Mediterráneo (Euroafroasiático) y difundidas en todas las zonas templadas del mundo.

GÉNERO MELILOTUS Miller

Plantas herbáceas de pequeña a gran talla, generalmente con tallos erectos o ascendentes, ramificados. Anuales, bienales o vivaces de corta vida.

Hojas trifoliadas, folíolos desde linear-oblongos a suborbiculares, aserrados, el central pedicelado y los laterales subsentados. Estípulas parcialmente soldadas a la base del pecíolo, setáceas, lanceoladas, semi-ovadas o sagitadas, enteras, denticuladas o dentadas. Estudios de motilidad de folíolos determinaron que la excitación fotonástica está localizada en el pulvínulo. Las superficies de las hojas expuestas al sol se contraen y viceversa, tanto en *M. alba* como en *M. indicus* (Schwartz *et al.*, 1987).

Flores en racimos sobre pedúnculos axilares, en general largos y con muchas flores.

Cáliz campanulado, con 5 dientes subiguales.


Corola amarilla o blanca.

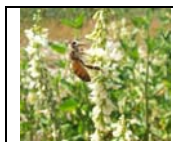
Legumbre globosa a ovoide, excerta, indehisciente o muy tardíamente dehiscente, con una o dos semillas.

Poseen elevada autoincompatibilidad floral (Isely, 1954).

CLAVE DE ESPECIES

1. Corola blanca. Legumbre ovoidea, con el ápice obtuso y nerviación en forma de red. Estípulas enteras. Anual o bienal. ***M. alba*** Medicus

	<table> <tr> <td><i>Melilotus albus</i> var. Annu</td> <td>Anual</td> </tr> <tr> <td><i>Melilotus albus</i> var. Bokhara</td> <td>Bianual</td> </tr> </table>	<i>Melilotus albus</i> var. Annu	Anual	<i>Melilotus albus</i> var. Bokhara	Bianual
<i>Melilotus albus</i> var. Annu	Anual				
<i>Melilotus albus</i> var. Bokhara	Bianual				



Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero

4

En ambas variedades los pétalos son completamente blancos y el estandarte es más largo que las alas y quillas, los cuales son del mismo largo. El número de flores por racimo es el mismo pero en el Bokhara es más denso al ser el racimo más corto. El racimo es más largo que la hoja portante tanto al inicio como al final de floración. Los folíolos son ligeramente más largos y angostos en Bokhara. Las vainas son globosas e irregulares con nervaduras reticuladas. Al madurar se tornan marrones negruzcas. El tamaño de las vainas es similar en ambas variedades. Las semillas son marrones y de pequeño tamaño. La semillazón es entomófila (Kita, 1965).

El número cromosómico es $2n=16$ (Darlington y Janaki Ammal, 1945; Mulligan, 1957). La presencia de un simple par de genes distingue las formas anuales y bianuales (Turkington *et al.*, 1978)

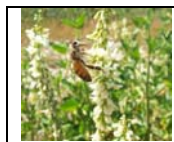
2. Corola amarilla.

2.1. Herbácea **anual** erecta glabra o subglabra

La característica sobresaliente son sus flores muy pequeñas, que son las de menor tamaño de todos los *Melilotus*. Pétalos amarillos. El estandarte es más largo o de igual longitud a las alas y quillas, que son de igual tamaño. El racimo es corto, compacto y el pedúnculo corto. El racimo es igual largo que la hoja portante al inicio pero más largo al final de floración. Las vainas son muy pequeñas y de forma esférica, al igual que las semillas.

... *Melilotus indicus* (L.) All.





Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero

5

2.2. Herbácea Bienal. Estípulas de las hojas medias enteras. Los pétalos son amarillos y grandes. El estandarte es más largo, las alas intermedias y la quilla es la más corta. El polen es fértil pero son autoincompatibles. Racimos bastante más largos que la hoja en la axila de la cual se insertan. Legumbre ovoidea glabra, con el ápice subagudo y nerviación transversal que apenas se nota. Al madurar se tornan marrones negruzcas (Kita, 1965).

.... ***M. officinalis*** (L.) Pallas

Cuatro especies de *Melilotus*: *M. alba*, *M. officinalis*, *M. suaveolens* y *M. indicus*, se emplean comúnmente, pero la mayoría de las variedades comerciales son derivadas de dos especies ***M. alba*** y ***M. officinalis***, las que se emplean para forraje, heno, cultivos de cobertura y abonos verdes.

Granos de Polen.

Los granos de polen son pequeños cuerpos que intervienen en la reproducción de las plantas con flores. Estos cuerpos poseen una cubierta llamada esporodermis que es extremadamente resistente a diferentes reactivos químicos, siendo su morfología diferente para cada grupo de plantas. La diferencia morfológica de los granos de polen es de muchísimo valor para la taxonomía vegetal porque contribuye al esclarecimiento de algunos problemas taxonómicos que la morfología clásica no alcanzaba a resolver en su totalidad (Hernández, 1967).

***Melilotus alba* Medik.**

Mónada, prolado en vista ecuatorial, circular en vista polar, eje polar 26,25 (28,9) 37,5 um, eje ecuatorial 16,25 (18,1) 35 um, prolato (P/E= 1,61), tricolporado, tipo de apertura en vista polar vestibular, psilado, grosor de exina 2 um, largo total del colpo en vista ecuatorial 25 um, diámetro del poro 4 um, extremo del colpo aguzado, bordes del colpo delgado bien definido y grosor del colpo: 2,5 um (Figura 1a y b).

***Melilotus indicus* (L.) Allioni**

Mónada, subprolado en vista ecuatorial, circular en vista polar, eje polar 20 (24,2) 28 um, eje ecuatorial 15 (17,4) 21 um, prolato (P/E= 1,4), tricolporado, tipo de apertura en vista polar vestibular, reticulado, grosor de exina 3 um, largo total del colpo



en vista ecuatorial 23 μm , diámetro del poro 6 μm , extremo del colpo aguzado, borde del colpo grueso bien definido y grosor del colpo 3 μm (Fig. 14a y b).

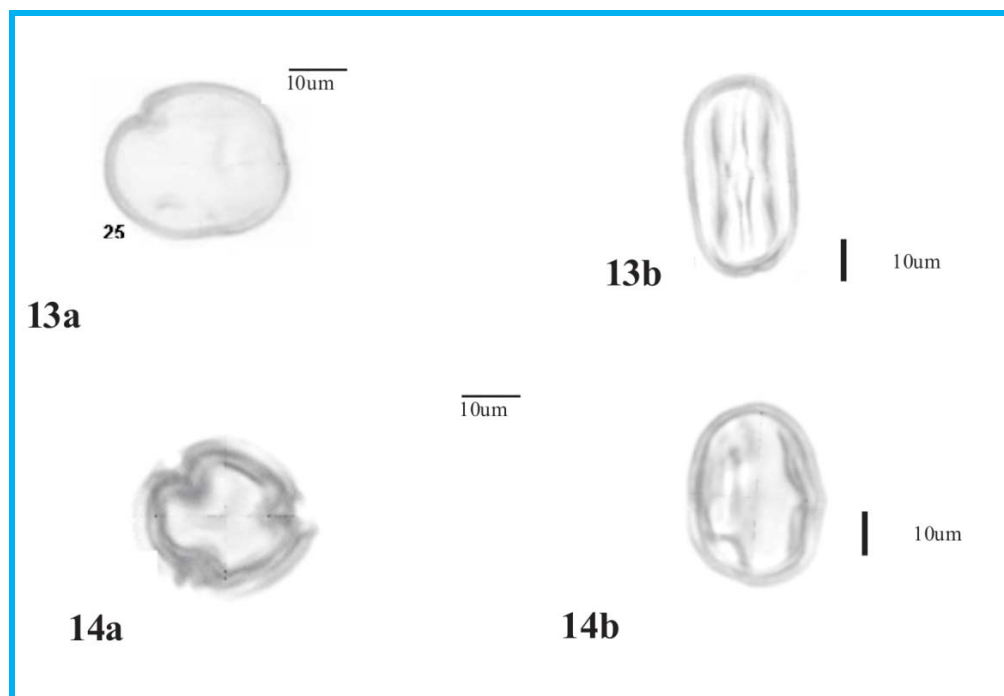


Figura 1: Granos de pólen de *Melilotus albus* (13ayb) y *Melilotus indicus* (14ayb) (Ventura y Huamán, 2008).

Historia en Argentina.

El estudio y difusión de los tréboles de olor para Argentina, comienza en 1927 (Clos, 1928). A partir de entonces se difunde cubriendo la totalidad del área continental y su comportamiento es variable en función de la temperatura, disponibilidad hídrica y calidad de suelos.

Germinación.

La implantación de pasturas en zonas cada vez más áridas, afectadas no sólo por la escasez de precipitaciones sino por la salinidad y las elevadas temperaturas, es uno de los principales desafíos que debe afrontar el sector ganadero. Por lo tanto, incrementar la información del efecto de los ambientes estresantes sobre la implantación de especies forrajeras es clave para lograr incrementos de la productividad en los sistemas mencionados (Bazzigalupi *et al.*, 2008).

La germinación es un proceso crucial en el ciclo de vida de muchas plantas, y factores adversos como la salinidad y el estrés hídrico durante este período son críticos



para su establecimiento (Ungar, 1978; Marañón *et al.*, 1989). La germinación de las semillas depende principalmente de la disponibilidad de agua en el medio; en condiciones de estrés hay una disminución de la disponibilidad de agua por la caída del potencial hídrico, y como consecuencia tanto los porcentajes como las tasas de germinación se afectan drásticamente (Marañón *et al.*, 1989). En los suelos salinos, la presencia de iones no sólo disminuye el potencial hídrico, sino que también provoca efectos tóxicos sobre la germinación (Fenner y Thompson, 2005).

En general, las forrajeras perennes tienen un lento crecimiento inicial y pocas reservas en la semilla, lo que hace que el establecimiento de la plántula sea una etapa crucial para la implantación del cultivo (García-Espil, 1990). Si a esto se suman condiciones adversas en el medio, como son la falta de agua o la presencia de sales en el perfil, la implantación de la pastura es aún más difícil (Figura 2) (Bazzigalupi *et al.*, 2008).

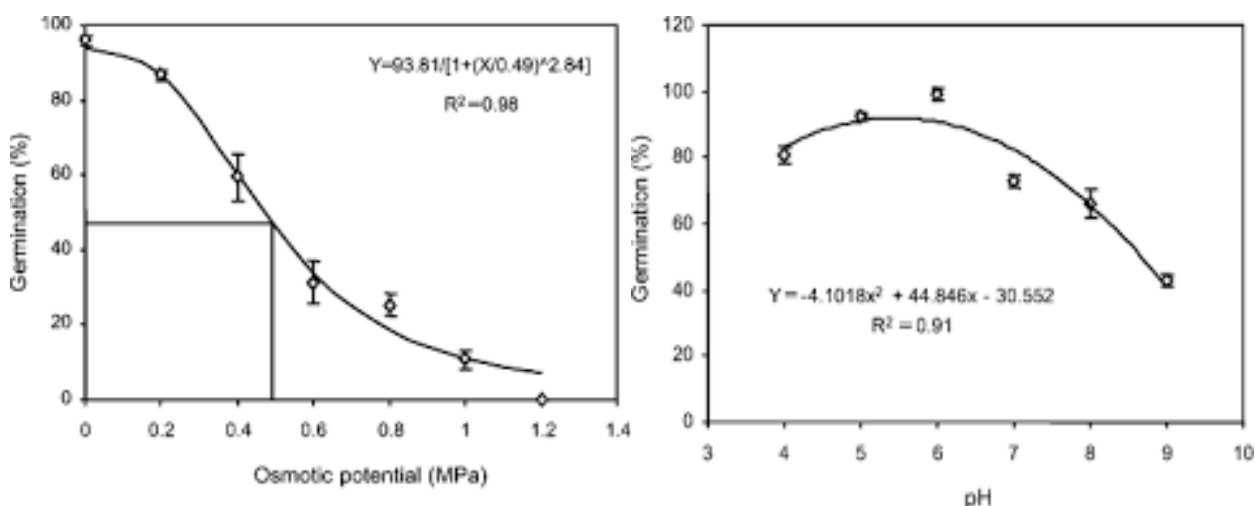


Figura 2: a-) Efecto del potencial osmótico y b-) del pH sobre la germinación de Trébol de Olor amarillo

La tolerancia a la salinidad durante el período de germinación debe ser crítica para la persistencia de las poblaciones vegetales en medio salino. Se ha demostrado la heredabilidad de este carácter en varias especies (Allen *et al.*, 1985).

Los resultados obtenidos sugieren que las dos poblaciones de *Melilotus segetalis* procedentes de suelo salino forman parte de un *ecotipo* diferenciado, es decir



de un "grupo intraespecífico con caracteres distintivos resultantes de las presiones selectivas del medio ambiente local".

En poblaciones de *Melilotus alba* procedentes del Banco de Germoplasma EEA INTA Anguil, sometidas a condiciones controladas de CINA (0, 50, 100 y 150 nM) se observaron comportamiento diferencial de las poblaciones a las distintas concentraciones salinas. Ello sugiere diferencias genéticas que pueden ser utilizadas en un programa de mejoramiento genético con tolerancia a salinidad (Suárez *et al.*, 2001).

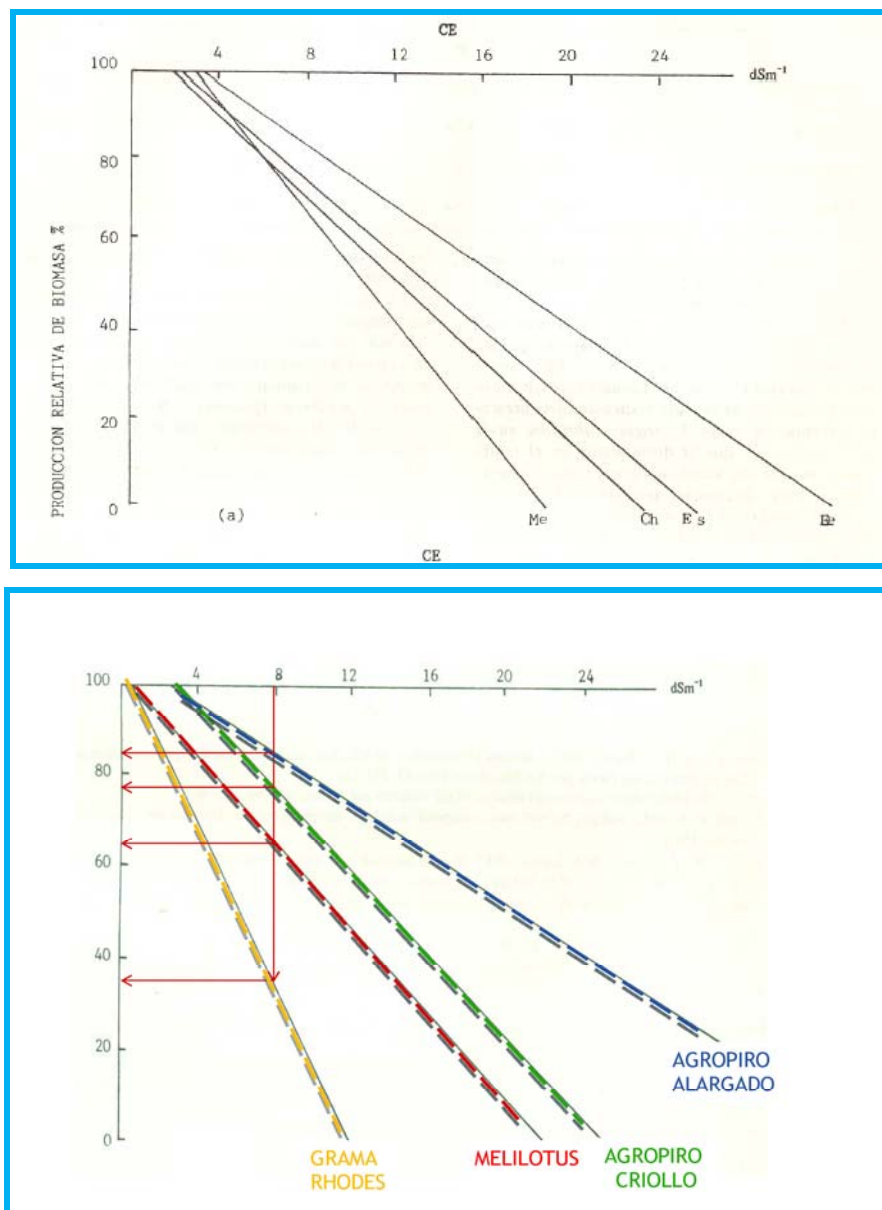



Figura 3: Relación lineal entre conductividad eléctrica (CE y **(a)** Producción relativa de biomasa y **(b)** germinación de *Melilotus albus* (Me), *Elytrigia scabrifolia* (Es), *Elytrigia elongata* (Ee) y *Chloris gayana* (Ch) (Priano y Pilatti, 1989).

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	9
--	---	---

Al comparar las Figura 3a y 3b se constata que, en todos los casos, la germinación resulta más afectada que la producción relativa de biomasa. De las forrajeras ensayadas Grama Rhodes (*Chloris gayana*) fue la forrajera más sensible en esta etapa seguida de *Melilotus albus*. Mientras que *Melilotus albus* fue la menos productiva en biomasa, comparativamente.

Los ensayos de germinación de semillas se encuentran estandarizados por la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA) que establece para Tréboles de Olor pretratamiento con frío (Cuadro 1).

Cuadro 1: Condiciones de temperatura (°C), sustrato, pretratamiento y tiempo (días) para semillas de *Melilotus* (ISTA, 2003).

Nombre vulgar	Nombre científico	Días de germinación	Temperatura	Sustrato	Frío (4 días)
Trébol de olor amarillo	<i>Melilotus officinalis</i>	15	20°C	Sobre papel	Si
Trébol de olor blanco	<i>Melilotus albus</i>	15	20°C	Sobre papel	Si

Para la legislación argentina (Reglamentación N° 12/88 S.A.G.y P.) asume que en las leguminosas, el porcentaje de germinación incluye las plántulas normales más el 100% de las semillas duras. Ensayos locales establecieron que para *Melilotus alba* solo el 90% de las semillas duras eran viables (Zimmerman *et al.*, 1998).

Semillas Duras.

ISTA considera que “**semillas duras**” son aquellas que permanecen duras al finalizar el período del ensayo de germinación porque no han absorbido agua. También considera que en *Fabaceae*, las semillas deben ser remojadas por 22 horas, para determinar el porcentaje de semillas duras y comunicarlo en los resultados del test de viabilidad por tetrazolio.

Son semillas que presentan dormancia física, considerándose como tal, aquella que es impuesta al embrión por la cubierta seminal ya sea ocasionando impermeabilidad al agua, al suministro de oxígeno o luz.

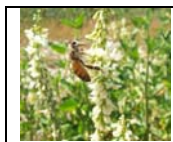


Figura 4: Semillas de *Melilotus albus* durante Test de Tetrazolio (TTZ).

Las semillas duras en especies de *Fabaceae* (*Leguminosas*) no germinan, el embrión no desarrolla, ya que el tegumento impide la entrada de agua necesaria para iniciar el proceso de germinación. Es decir, al finalizar el ensayo de germinación o permanecer sumergidas en agua al menos 22 horas, estas semillas permanecen intactas, lo que les da el aspecto de **semilla dura** comparativamente al aspecto blando e hinchado de las semillas que se hidratan por ser permeables al agua.

Una semilla de leguminosa está constituida por el tegumento (testa) integrado por: cutícula – epidermis (macroesclereidas) - hipodermis (osteo esclereidas) - parénquima lagunoso, luego continúa la capa de aleurona y endosperma y el embrión propiamente dicho integrado por: eje embrionario -radícula, hipocótilo, yema apical- más los cotiledones. A partir de estudios en variadas especies, se puede decir que, una semilla dura tiene las mismas partes (tegumento y embrión) pero el tegumento presenta mayor cantidad de componentes inorgánicos (Calcio, Magnesio, Manganeso, Potasio, Sodio y otros iones) y orgánicos tales como ceras, ligninas y taninos. Además se ha evidenciado una gran capa de cutícula, macroesclereidas de mayor tamaño y la presencia marcada de osteo esclereidas en el tegumento de las semillas y una doble capa celular en la zona del estrofiolo. Por lo tanto, una semilla que no germina durante el periodo que dura el ensayo de germinación, pero que a su vez permanece intacta, se diferencia de aquellas que si germinan, por la presencia de un tegumento diferente en su estructura y componentes químicos que lo constituyen, el cual le impide la entrada del agua.



Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero

11

La longevidad de las semillas duras impermeables puede ser de hasta 20 años o más (Stoa, 1933, citado en Turkington *et al.*, 1978; Munn, 1954, citado en Smith y Gorz, 1965).

La cantidad de semillas duras es variable y depende de las condiciones de producción. Se han informado desde 0 al 95% de semillas duras. Ensayos de comparación de poblaciones de *Melilotus albus* conducidos en EEA INTA Pergamino dieron valores entre 0 y 68,6% de semillas duras (Andrés y Lavandera, 2012) (Cuadro 2).

Cuadro 2: Comparación germinativa de poblaciones de *Melilotus albus*, EEA INTA Pergamino (Andrés y Lavandera, 2012).

Entrada N°	Origen del germoplasma	Semillas Germinadas (%)	Semillas Duras (%)	Poder Germinativo (%)
1	cv. Agroempresa	77,1	2,9	79,7
2	cv. Baralbo	42,9	54,3	90,6
3	cv. El Domador MAG	96,0	0,0	96,0
4	Ecotipo Laguna Larga	21,4	68,6	81,8
5	Ecotipo Lazzero	81,4	7,1	87,7
6	Ecotipo Peuser	77,1	4,3	80,9
7	Ecotipo Guash	37,1	0,0	37,1
8	Syn M 072 INTA	90,0	4,0	93,2
9	Ecotipo Reconquista	48,6	0,0	48,6
10	Ecotipo Sampacho	54,3	45,7	94,5
11	Ecotipo Sgo del Estero	74,3	4,3	78,1
12	Ecotipo Saturnino Laspiur	32,9	65,7	90,7

Plántulas: Hipocótilo cilíndrico de 5 a 7 mm, sin pelos. Cotiledones de lámina elíptica de 4,5 a 8 mm de largo y 2,5 a 4 mm de ancho, sin pelos; epicótilo de 5 a 10 mm de largo, con pelos; hojas alternas, la primera simple y la segunda compuesta.

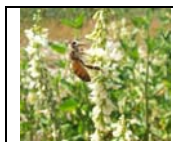


Figura 5: Plántula de *Melilotus*, hoja cotidelonar e inicio de primera hoja verdadera.

Profundidad de Siembra.

Los resultados obtenidos muestran la gran importancia que tiene la profundidad de siembra de la semilla en todas las especies, al aumentar la profundidad de siembra disminuye considerablemente el porcentaje final de emergencia de plántulas. Se encontró una correlación negativa significativa entre la diferencia del porcentaje de emergencia con la profundidad y el tamaño de la semilla. Además, la profundidad de siembra (2 vs. 5 cm) también afectó al crecimiento de las plantas, principalmente a la longitud del tallo (que aumenta) y al peso seco de la raíz (que disminuye) al aumentar la profundidad.

Se ha postulado que *Melilotus* emplea mecanismos de inclusión de sales para mantener su crecimiento en condiciones salinas, acumulando gran cantidad de iones Na^+ y Cl^- . La succulencia foliar y el índice de agua en hojas no difirieron entre los tratamientos salinos, donde se observó que el contenido hídrico foliar se redujo solamente un 3% y el contenido de agua al punto de saturación aumentó un 14% a las condiciones salinas más altas de los medios de cultivo.

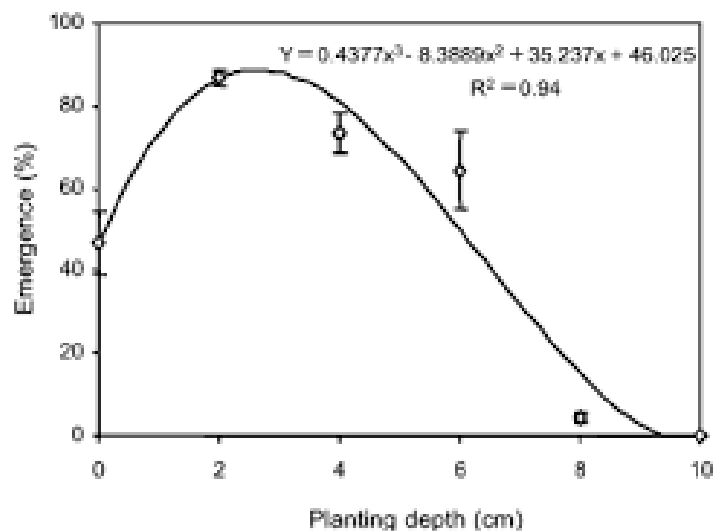


Figura 6: Efecto de la profundidad de siembra sobre la emergencia de Trébol de olor amarillo.

La raíz es gruesa y pivotante con algunas ramificaciones y se va engrosando a medida que envejece la planta debido a la acumulación progresiva de sustancias de reserva. Los tallos son erguidos y ascendentes, destacándose un eje principal bien definido del que parten algunas ramificaciones. En la base de tallo principal se diferencia una especie de corona con escasas yemas de renuevo.

DISPERSIÓN

Flores blancas y con dispersión de Córdoba al Norte del país

Melilotus albus var. Annua Anual

Melilotus albus var. Bokhara Bianual

Flores amarillas y con dispersión de Córdoba al Sur del país

Melilotus indicus Anual

Melilotus officinalis Bianual

En el norte argentino, con precipitaciones monzónico estivales, se produce el anegamiento de los suelos en los bajos salinizados y la saturación de los mismos, que



se extiende por meses hasta finales del otoño. Bajo estas condiciones es difícil la sobrevivencia de los tipos bianuales (*M. albus* Bokhara y *M. officinalis*) ya que se produce la muerte de sistema radicular por asfixia y el ataque de patógenos de suelos.

MELILOTUS ALBUS Medick - TRÉBOL DE OLOR BLANCO

Melilotus albus fue descrita por Friedrich Kasimir Medikus y publicado en 1787.

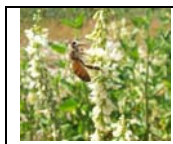
Sinonimia

- *Melilotus alba* Medik.
- *Melilotus albus* var. *annua* Coe
- *Melilotus argutus* Rchb.
- *Melilotus leucanthus* DC.
- *Melilotus melanospermus* Ser.
- *Melilotus vulgaris* Willd.



Figura 7: Inflorescencia, detalle floral y vainas unisemilladas de Trébol de Olor Blanco.

La variabilidad de *M. albus* como especie es muy grande (Figura 7), siendo múltiples las subespecies, variedades, ecotipos y cultivares mencionados en la bibliografía norteamericana y soviética. Su área de distribución incluye la casi totalidad del continente eurasiático, estando su límite meridional en el paralelo 40° del hemisferio norte, a partir del cual la aridez climática se hace más extrema y ya sólo aparece de forma aislada en algunos puntos del sur de España, Israel y Turquía; no obstante, es



Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero

15

precisamente en estos lugares más extremos en donde se han encontrado los ecotipos más vigorosos de la especie (Duke, 1981; Gorz y Smith, 1951).

Es una forrajera muy plástica tanto en clima como a condiciones de suelos; se encuentra presente desde regiones subtropicales a templadas frías y desde suelos arenosos a arcillosos, de mediana a baja fertilidad hasta salobres y alcalinos.

Es una de las especies que tolera los mayores niveles de pH tanto por calcáreo como sodio, llegando hasta niveles de pH 10.

Es tolerante a heladas y sequías.

Temperatura óptima de germinación 12°C
crecimiento 22-27°C

En el norte argentino **Ciclo: otoño - invierno - primaveral** (Diciembre).


Nace en el otoño, duerme en el invierno, explota en la primavera y muere en el verano. El crecimiento primaveral es muy marcado y se han registrado 35-50 Kg MS.ha.día⁻¹ con una adecuada relación hoja:tallo. A medida que avanza la acumulación de horas de calor, se incentiva el desarrollo de los vástagos florales, decae la proporción de hojas, la digestibilidad y aumenta la producción total de materia seca.

En condiciones de secano, la isohieta de los 600 mm delimita su difusión. Posee una fuerte raíz pivotante que alcanza 1 a 1,5 m de profundidad y tolera la presencia de napa freática alta.

FECHA DE SIEMBRA

Fecha de siembra: Marzo – Abril

Ensayos de fechas de siembras conducidos en INTA Leales Tucumán demostraron que, los rendimientos de forraje variaron sustancialmente con los años de implantación en función del agua acumulada en el suelo y las precipitaciones sucedidas durante el ciclo productivo. En general, a medida que se atrasan las fechas de siembras, se disminuye el potencial productivo de *Melilotus* (Cuadros 3 a y b) (Holgado, 2002) al igual que lo apuntado por otros estudios en diferentes áreas del NO Argentino

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	16
--	---	----

(Berti, 1989; Toll Vera *et al.*, 2009).

Cuadros 3 a y b: Efecto de la fecha de siembra sobre la capacidad productiva de *Melilotus albus*. EEA INTA Leales, Holgado 2002.

Época de Siembra	Lluvia Mes m m	Fecha Germinación	Germinación 1º corte	Kg MS.ha ⁻¹	Nº Cortes
Marzo	84	22-mar	86	6348	3
Abril	46	29-abr	166	10676	4
Mayo	51	19-may	146	10218	4
Junio	0.7	14-ago	72	5126	2
Julio	2.1	04-ago	92	5713	2
Agosto	74	20-ago	90	6811	3
Noviembre	97	25-nov	51	1546	1

Época de Siembra	Lluvia Mes m m	Fecha Germinación	Germinación 1º corte	Kg MS.ha ⁻¹	Nº Cortes
Marzo	286	15-mar	118	6419	4
Abril	47	20-abr	134	9252	4
Mayo	2	21-may	152	5681	2
Junio	55	27-jun	115	5907	3
Julio	7	28-jul	92	8739	3
Agosto	64	20-ago	93	7819	3
Noviembre	69	16-nov	61	2026	1

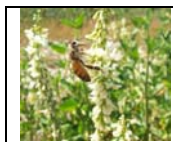
DENSIDAD DE SIEMBRA

Densidad de siembra: 5 - 6 Kg.ha⁻¹. Dado que el costo de semillas es bajo, pueden sembrarse hasta 12 Kg.ha⁻¹.

Es una especie con poder timpanizante, motivo por el cual, su mayor aprovechamiento es en consociaciones varias.

Dada su rusticidad no requiere de suelos muy laboreados y el grado de laboreo dependerá del destino de su implantación. Cualquiera sea la técnica de remoción de suelos, el empleo de rolos selladores para mejorar la capilaridad favorece su implantación.

En intersembras con siembra directa o laboreo vertical (scoltié) se evitan las pérdidas de humedad y se obtiene una mejor producción.



Díaz (1963) en ensayos de forrajeras para suelos salinos en el Dpto. Cruz Alta (Tucumán) determinó la siguiente escala de tolerancia: *Sporobolus airoides*; Trébol de olor blanco (*Melilotus albus*); Trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis*); Grama Rhodes (*Chloris gayana*) y Agropiro alargado (*Agropyron elongatum*).

Díaz y Lagomarsino (1969) en suelos del Dpto. Leales (Tucumán) con contenidos de sales variables (CE 5,2 a 7,7 dS.m⁻¹, PSI 32 a 55 y pH 9,2 a 10) citan como forrajeras de potencial productivo a: Agropiro alargado (*Agropyron elongatum*); Grama Bermuda (*Cynodon dactylon* var. *Maritimum*); Grama Rhodes (*Chloris gayana*) cvs. Común y Katambora y Trébol de olor blanco (*Melilotus albus* var. *Annua*).

Los tréboles de olor se caracterizan por adaptarse a una amplia gama de condiciones climáticas y edáficas, ya que son una de las especies forrajeras más plásticas conocidas. Prosperan tanto en los bajos salitrosos como en las lomadas medianosas. Si a las ventajas mencionadas se le agregan la resistencia al frío, buenas calidades forrajeras y su gran capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, se comprenderá que los tréboles de olor están destinados a ocupar un lugar importante en los cultivos de la región semiárida (Covas, 1964, 1965).

SISTEMA RADICULAR

Otra característica importante de los sistemas radicales en relación con los suelos es su capacidad de explorar horizontes profundos. Es así que se propone a menudo intercalar cultivos con raíces fuertes pivotantes, del tipo del trébol de olor (*Melilotus alba*), por su capacidad de perforar horizontes compactos, a manera de "subsolador biológico".

Las plantas de siete semanas poseen fuertes raíces pivotantes que pueden alcanzar entre 60 y 75 cm de profundidad aunque sean de solo 1 a 3 mm de diámetro. Por lo general tienen ramificaciones a lo largo de la raíz principal. Las ramificaciones son pequeñas y por lo general de 5 cm o menos y pueden alcanzar hasta 12 a 15 cm.

A los 4 meses, las raíces tienen el mismo diámetro que los tallos y alcanzan 1,50 m de profundidad. Mantienen dos ramificaciones importantes que ocurren hasta 1,20 m de profundidad. Cuando la densidad de plantas es pobre las raíces presentan mayor número de ramificaciones que en poblaciones compactas. Los nódulos se localizan



hasta 1,20 m de profundidad pero en suelos de textura gruesa pueden encontrarse más abajo.

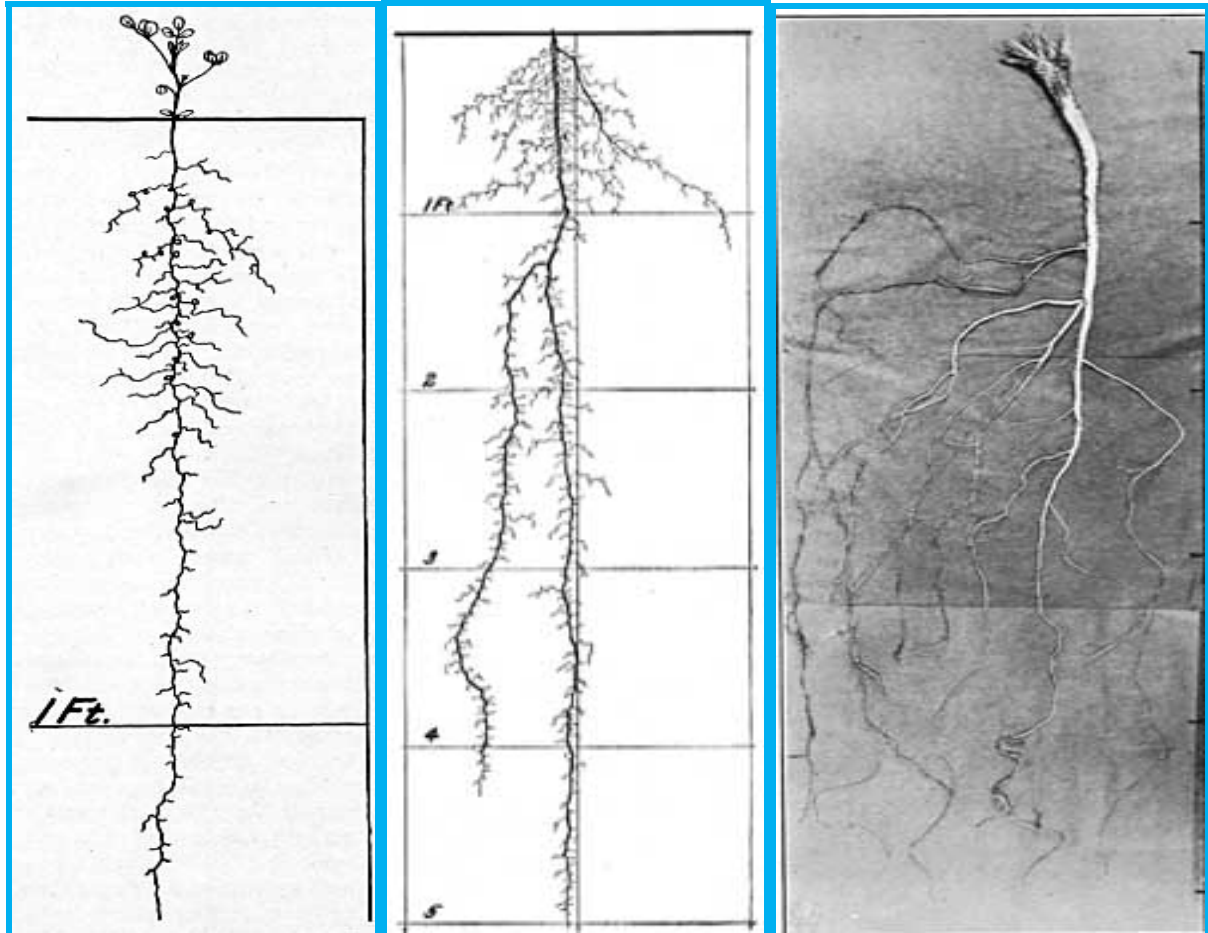


Figura 8: Etapas del desarrollo radicular de Trébol de Olor Blanco.

Las plantas bienales, Bokhara, tienen raíces más grandes y profundas que las anuales Hubam. El peso de las raíces es sustancialmente mayor, hasta 7 veces, como así también la cantidad de nitrógeno radicular, 4 veces.



MODO DE EMPLEO

En las regiones subhúmedas de Argentina, gracias a su rusticidad, calidad forrajera y alta producción de materia seca (Cangiano y Mombelli, 1975) integra las cadenas forrajeras tanto en implantaciones puras como en consociaciones con cereales invernales (Berti, 1989; Holgado, 1996) o en enriquecimiento de Grama Bermuda (Holgado, 2002a).

Impacto de la incorporación de leguminosas al sistema productivo

Las asociaciones leguminosas-gramíneas constituyen un tipo particular de asociaciones que naturalmente se suceden en los distintos ecosistemas y que funcionan de manera estable desde el punto de vista ecológico. Mediante la intervención del hombre, se pueden realizar artificialmente con la intención de que las mismas produzcan una ventaja en el rendimiento, ya sea en el tiempo o en el espacio.

Las asociaciones han sido usadas en diferentes lugares del mundo porque pueden obtenerse un rendimiento total mayor por unidad de superficie que a partir de cultivos puros. Esta hipótesis se basa en el principio de un uso más eficiente de la energía solar, agua y nutrientes. Otro justificativo importante es la evidencia que poseer mayor estabilidad en los rendimientos de forraje, en parte explicado por un efecto de compensación que puede existir entre los componentes de la mezcla (Laborde *et al.*, 2005).

En los agroecosistemas actuales, el nitrógeno es el principal nutriente limitante, por lo tanto la fertilización nitrogenada constituye uno de las mayores demandas de los sistemas forrajeros. En consecuencia, la exigencia de los mercados actuales a producir cada vez más unidades de producto genera una dependencia cada vez más grande a la utilización de fertilizantes. Esto impacta fuertemente en los costos de producción, sobre todo en regiones semiáridas como las nuestras. Donde la respuesta a la fertilización es aleatoria porque las precipitaciones también lo son.

Como ventaja adicional, las leguminosas incrementan la disponibilidad de nitrógeno en el suelo por el proceso simbiótico de las bacterias que nodulan las raíces de las leguminosas, incorporando nitrógeno desde la atmósfera y dejándolo disponible para la planta (fertilización natural). Por lo tanto, tienen la capacidad de reemplazar total o parcialmente el uso de fertilizantes sintéticos. De esta manera la intersemebra de



leguminosas sobre pasturas preexistentes, puede resultar de valor tanto para aspectos relativos a la sustentabilidad, como para la predictibilidad y mayor seguridad en la disponibilidad forrajera. Sin considerar cuestiones de coyuntura de mercado o política económica, al menos desde el punto de vista biológico la interseembra debería tener un impacto favorable en la productividad y rentabilidad de los sistemas de cría bovina.

Los principales destinos de su utilización son:

1- Lotes Monofíticos.

La implantación de lotes puros de Tréboles de olor no es una práctica común, a menos que el lote sea para producción de semillas, abono verde o bien un cultivo pionero.


Se evaluó la capacidad productiva de forraje y semilla de Trébol de olor blanco (*Melilotus albus* Medick) monofítico en condiciones de suelos salinos con napa freática presente en el Oeste de la Pcia. de Santiago del Estero (Toll Vera *et al.*, 2009) (Foto 1).

La napa freática vertidos se trata de un agua fuertemente salino-sódica, con escala fuera de clasificación por sus valores extremadamente elevados. Existe un fuerte predominio de Sulfatos y Cloruros de Sodio y en menor grado de Potasio.

La preparación de suelos y siembra fue con rastra excéntrica semipesada, cajón sembrador y rolos compactadores con una densidad de 12 Kg semillas.ha⁻¹.



Foto 1: Lote monofítico de Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*) en floración, Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero. Foto: JRTV.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	21
--	---	----

La caracterización de los suelos salinos seleccionados se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Caracterización de los «Suelos Salinos», Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero. (Toll Vera *et al.*, 2009).

Prof. (cm)	pH	RE (Ohms)	M.O. (%)	CaCO ₃ (%)	PSI (%)	P (ByK I) (ppm)	CE (dS.m ⁻¹)
0-20	6,82	42	2,54	2,54	60,55	16,0	17,4
20-40	7,53	39	1,73	---	63,84	---	20,7
40-60	8,00	38	1,35	---	69,19	---	22,4

M.O.= Materia Orgánica; PSI= Porcentaje de Sodio Intercambiable; P= Fósforo; CE= Conductividad Eléctrica.

Los Suelos Salinos se encuentran en los sectores más bajos del campo y son de textura franco-limosa a limosa. En el Cuadro 4 se observa que la reacción química es ligeramente ácida, debida a la actividad de ácidos inorgánicos y orgánicos que se desprenden en condiciones de anaerobiosis (saturaciones periódicas). El contenido de materia orgánica es adecuado y la disponibilidad de fósforo es buena. La salinidad, expresada por la CE, es alta y creciente a medida que se profundiza el perfil. Ello habla de un aporte de sales a partir de la napa freática. Los niveles de sales son seriamente limitantes para el adecuado desempeño de la mayoría de los cultivos forrajeros tradicionales considerados tolerantes a sales (USSL, 1960).

La capacidad de producción de Materia Seca entre Años para Trébol de Olor Blanco se muestra en el Cuadro .

Cuadro 5: Capacidad de producción de Materia Seca (Kg MS.ha⁻¹.año⁻¹) para Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*), Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero (Toll Vera *et al.*, 2009).

Años	Media (Kg MS.ha ⁻¹ .año ⁻¹)	
2002	4548,89	A*
2004	3845,33	B
2003	3373,67	C
		DLS= 30,92

*Valores con letras distintas, discrepan estadísticamente p<0.05

En el Cuadro 5 se observa que la producción anual tuvo diferencias significativas entre todos los años, donde existió una variación del 34,83% entre los valores



Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero

22

extremos. La capacidad productiva de los distintos Cortes, sin discriminar entre años, se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Capacidad de producción de Materia Seca (Kg MS.ha⁻¹.año⁻¹) entre Cortes para Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*), Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero (Toll Vera *et al.*, 2009).

Cortes	Media (Kg MS.ha ⁻¹ .año ⁻¹)	
3	5288,89	A*
2	3698,22	B
1	2760,78	C
		DLS= 30,92

*Valores con letras distintas, discrepan estadísticamente p<0.05

En el Cuadro 6 se aprecia que la capacidad productiva entre Cortes estuvo relacionada con el avance del ciclo de crecimiento del Trébol de Olor Blanco y de forma marcada con el efecto de las temperaturas. Esto coincide con lo planteado por diversos autores (Cangiano y Mombelli, 1975; Privitello *et al.*, 1998 a y b; Holgado, 1996). Para un mejor análisis se particionó el efecto Cortes dentro de Años (Cuadro 7).

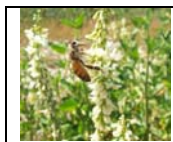
Cuadro 7: Capacidad de producción de Materia Seca (Kg MS.ha⁻¹.año⁻¹) entre Años x Cortes para Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*), Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero (Toll Vera *et al.*, 2009).

Años	Cortes	Media (Kg MS.ha ⁻¹ .año ⁻¹)	
1	3	6133,3	A*
3	3	5184,7	B
2	3	4548,7	C
1	2	4288,7	D
3	2	3625,3	E
1	1	3224,7	F
2	2	3180,7	F
3	1	2726,2	G
2	1	2391,7	H
			DLS= 53,55

*Valores con letras distintas, discrepan estadísticamente p<0.05

El Cuadro 7 muestra la consistencia del patrón de crecimiento del Trébol de Olor Blanco y su elevada producción primaveral. Este desempeño es concordante con lo manifestado por diversos autores (Cangiano y Mombelli, 1975; Privitello *et al.*, 1998 a y b; Holgado, 1996, 2002).

Sin embargo, bajo las condiciones edáficas del ensayo (CE = 17,4 dS.m⁻¹) los rebrotes poseen un valor estratégico nutricional al disponer la hacienda de forraje verde



Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero

23

de calidad en momentos en que las gramíneas forrajeras perennes estivales recién comienzan a rebrotar en condiciones de déficit hídrico.

El marcado crecimiento primaveral trae implícita el empleo de elevada carga animal estacional para evitar que los lotes acumulen tallos. Ello muchas veces no se logra y las pasturas tienden a declinar en su calidad forrajera a medida que avanza la floración y llenado de semillas.

La cobertura del suelo se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Cobertura de Suelo (%) para Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*), Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero (Toll Vera *et al.*, 2009).

Años	Cortes	Cobertura %	
1	3	76	A*
3	3	65	B
2	3	57	C
1	2	48	D
3	2	43	E
1	1	34	F
2	2	32	F
3	1	27	G
2	1	20	H

DLS= 5,43

*Valores con letras distintas, discrepan estadísticamente $p < 0.05$

En el Cuadro 8 se aprecia que la Cobertura del suelo fue creciente a medida que avanzaron los Cortes, lo cual es coincidente con el desarrollo vegetativo del cultivo. Resalta el 3° Corte con la máxima cobertura y productividad forrajera (Cuadro 6). Una adecuada cobertura a finales de primavera resulta importante para disminuir la evapotranspiración del lote, evitar el revenimiento de sales y a la vez servir de amortiguador foliar para facilitar la infiltración de las primeras lluvias.

Los porcentajes de cobertura obtenidos en los años de evaluación son similares a los citados para CER INTA Leales, Tucumán (Holgado, 2002).

2- Consociaciones

a-) con cereales de invierno, en especial avena. Constituye propiamente una consociación al ser coincidentes los ciclos productivos; además, por el ciclo más largo de *Melilotus* y en especial por su elevada producción primaveral, se prolonga el período de aprovechamiento e incrementa la producción forrajera y por ende la de carne.

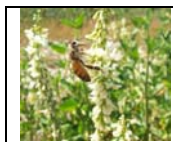


Foto 2: Rastra de doble acción con cajón sembrador para siembra convencional de cereales invernales y Trébol de olor.



Foto 3: Sembradora de grano fino para siembra directa. En la tolva de fertilizantes Trébol de olor Blanco para siembra consociada.

b-) con Grama Rhodes (*Chloris gayana*) en suelos salinos. Es muy común en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán, alternándose y complementándose los ciclos vegetativos Otoño-Inverno-Primaveral del *Melilotus* con el de G. Rhodes Primavera-Estivo-Otoñal. En los períodos de mayor déficit forrajero (invierno/primavera) brinda forraje verde con buen contenido de proteínas favoreciendo el consumo y digestibilidad de los rastrojos de G. Rhodes como así también aporta nitrógeno (fijación) que



estimula el rebrote de primavera y la producción estival.

c-) con Agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) en suelos salinos de climas templados. Es muy común en la gran región semiárida bonaerense, la cuenca del Río Salado y otras similares. La gran producción del *Melilotus* en primavera (Menghini *et al.*, 2015) compite fuertemente con el Agropiro pero no afecta su posterior crecimiento.

2- Enriquecimiento


a-) Grama Bermuda (*Cynodon dactylon*) en terrenos salinos. La Grama Bermuda, si bien está considerada una maleza en diversos cultivos, es una forrajera naturalizada de buena calidad y gran adaptación a suelos salinos-sódicos como a condiciones de sequía. La siembra de *Melilotus* sobre la misma cumple igual finalidad que en Grama Rhodes.

b-) Intersiembra para mejorar rastrojos de maíz y sorgos. Por las características de su ciclo vegetativo permite la incorporación en lotes sembrados con maíz o sorgo, de manera tal que una vez realizada la cosecha del grano comienza su crecimiento vegetativo. Favorece el consumo de rastrojos al mejorar la relación nutritiva y digestibilidad de la ración y, por otro lado, permite "agrandar el campo" en primavera.

c-) Enriquecimiento de pasturas naturales como fuente de proteínas y recurso de alta calidad para los meses invierno-primaverales donde la mayoría de las especies forrajeras naturales resultan afectadas por la heladas y su calidad es baja (Fossati y León, 1977).

Consociación Sorgo- *Melilotus*.

Se sembró Sorgo en línea puro y consociado (20 Kg.ha⁻¹), y *Melilotus alba* al voleo (10 Kg.ha⁻¹) en 30 has divididas en 6 parcelas de 5 has cada una en Gualaguay, Entre Ríos sobre suelo Clase IV (Ferrari, 1986). Se pastorearon con 10 novillos Hereford (370 Kg PV iniciales) desde Diciembre a Mayo. Los animales sobre sorgo

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	26
--	---	----

puro aumentaron 0,476 Kg.día⁻¹; sorgo+Melilotus 0,998 Kg.día⁻¹ y existió acción sinérgica al pasar de la mezcla a sorgo puro con 0,706 Kg.día⁻¹.

Consociación Avena-Melilotus.

El uso de siembras tempranas de avenas, en siembras puras o consociadas con trébol de olor blanco es una alternativa viable para la ganadería de cría/invernada. Así, para la ganadería de cría pueden ser utilizadas en destete temprano (Abril) o bien ser empleadas avenas ya granadas permitiendo consumir a los vientres un forraje de buena calidad hacia el final de la gestación y/o principios de parición. Ello se recomienda en las zonas semiáridas, donde el logro del 2º pastoreo no resulta seguro, un único pastoreo. En las áreas más húmedas, como ser la Llanura Deprimida de Tucumán, la siembra puede extenderse hasta más tarde.

Berti (1989) trabajó en Las Breñas, Chaco, evaluó siembras puras y consociadas de avena (*Avena sativa* cv. Suregrain, PG 70%) y *Melilotus* (*Melilotus albus* var. Annu cv. El Domador MAG, PG 80%) La semilla de *Melilotus* fue escarificada e inoculada con *Rhizobium meliloti*, siendo las densidades de siembra:


- T1= Melilotus 12 Kg.ha⁻¹
- T2= Melilotus 8 + avena 15 Kg.ha⁻¹ al voleo
- T3= Melilotus 8 + avena 30 Kg.ha⁻¹ al voleo
- T4= Melilotus 8 + avena 35 Kg.ha⁻¹ al voleo
- T5= Avena 45 Kg.ha⁻¹ en líneas a 0,30 m

Cuadro 8: Producción promedio de forraje de avena, trébol de olor blanco y consociaciones (Kg MS.ha⁻¹) en tratamientos puros y consociados. INTA Las Breñas, Chaco (Berti, 1989).

Nº Cortes	T1	T2	T3	T4	T5
1º	2.339 A*	2.323 A	1.976 A	2.087 A	899 B
2º	3.464 A	3.563 A	3.036 A	3.395 A	1.226 B
3º	665 A	1.134 AB	1.350 B	1.544 B	711 B
TOTAL	6.469 A	7.020 A	6.362 A	7.027 A	2.837 B

*Valores con letras distintas discrepan estadísticamente (p<0,05)

Del Cuadro 8 surge que la producción total de forraje de las consociaciones avena-melilotus fue superior al promedio de los cultivos no consociados y similar a la alcanzada por *melilotus* puro. Las consociaciones produjeron mejoras en la distribución de forraje en el tiempo y totalizaron mayores poblaciones finales que en cultivos puros. El aporte de la leguminosa elevó el contenido proteico de la ración y fue superior a la

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	27
--	---	----

siembra de avena pura.

La variación de la población promedio de avena en cada tratamiento a lo largo de la experiencia se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Población promedio (plantas.m⁻²) de avena.

Nº Cortes	T2	T3	T4	T5
1º	24,75 a*	28,75 a	31,50 b	46,00 c
2º	22,50 a	25,50 a	30,00 b	42,00 c
3º	11,75 a	16,80 ab	19,75 b	33,50 c

*Valores con letras distintas discrepan estadísticamente (p<0,05)

En el Cuadro 9 se observa que la población de plantas de avena por corte y final (plantas.m⁻²) se incrementó con aumentos en la densidad de siembra en los tratamientos consociados y fue significativamente inferior a la alcanzada en siembras puras (T5).

La variación de la población promedio de avena en cada tratamiento a lo largo de la experiencia se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10: Población promedio (plantas.m⁻²) de *Melilotus*.

Nº Cortes	T1	T2	T3	T4
1º	195,00 a*	126,00 b	95,00 c	106,30 bc
2º	168,80 a	109,30 b	86,30 b	98,30 b
3º	31,50 a	30,70 a	33,80 a	31,50 a

*Valores con letras distintas discrepan estadísticamente (p<0,05)

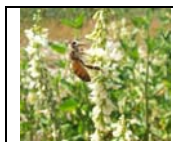
En el Cuadro 10 se aprecia que la población de *Melilotus* disminuyó con el paso de los cortes y, experimentó la mayor caída del 2º al 3º corte. Y en general se manifestó una mayor densidad de plantas (plantas.m⁻²) en los tratamientos consociados vs. puros, posiblemente por una menor competencia interespecífica. Ello se tradujo en mayores rindes en el último corte.

El contenido proteico de los distintos tratamientos se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11: Contenido promedio de Proteína Bruta (PB%) en avena y *Melilotus* en los distintos cortes.

Nº Cortes	T1	T2	T3	T4	T5
1º	26,98 A*	26,36 A		19,19 A	18,15 A
2º	22,60 A	22,01 A		15,48 A	10,59 A
3º	20,85 A	20,51 A		14,63 A	11,32 A

*Valores con letras distintas discrepan estadísticamente (p<0,05)



En el Cuadro 11, el contenido de PB% promedio de *Melilotus* para todos los cortes y tratamientos fue superior al alcanzado por avena. El tenor de PB% en *Melilotus* no difirió entre tratamientos y declinó en el tiempo con la madurez del cultivo. En avena, el 1º corte fue semejante en los tratamientos puros y consociados, discrepando entre ambos en el 2º y 3º corte. El aporte de la leguminosa elevó el contenido proteico de la ración y fue superior a la siembra de avena pura. Las consociaciones produjeron mejoras en la distribución de forraje en el tiempo y totalizaron mayores poblaciones y producciones finales que los cultivos puros.

Berti (1995) informa de ensayos conducidos entre 1979 a 1983 en INTA Las Breñas, Chaco para evaluar la producción primaria y el efecto sobre la ganancia diaria de novillos que pastoreaban *Melilotus alba* var. *Annua* pura (8 Kg semilla.ha⁻¹) o en asociación con *Avena sativa* (25 Kg semilla.ha⁻¹). El ensayo comprendió dos sistemas de pastoreo (continuo y rotativo) y 5 cargas animales (1,25; 2,5; 3,3; 4,0 y 5,15 EV.ha⁻¹). Los períodos de pastoreo (PP) se iniciaron con una disponibilidad de 2506 ± 296 Kg MS.ha⁻¹ y finalizaron cuando los animales no ganaron peso en dos pesadas sucesivas.

La producción de forraje (Kg MS.ha⁻¹) se incrementó de acuerdo a las relaciones:

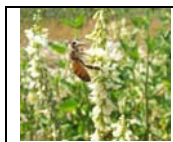
$$\text{Avena-Melilotus} = 44,05 - 7,465X + 0,505X^2 \quad R^2 = 0,94$$

$$\text{Melilotus} = -3,052 + 2,623X + 0,304X^2 \quad R^2 = 0,905$$

Donde X= días desde la siembra, 0 a 124-143 días.

Los resultados de Ganancias diarias de peso vivo (GDPV) en Kg PV.día⁻¹ fue de 0,981 en pastoreo continuo vs. 0,706 en rotativos (P< 0,01) pero no así en los períodos de pastoreos (PP).

Holgado (1996) informa el comportamiento productivo de la consociación avena-trébol blanco de olor (cv. Suregrain 35 + 8 Kg.ha⁻¹) para CER INTA Leales, Tucumán. Las siembras de mediados a finales de Marzo son las más recomendables, siendo la fecha límite 15-IV. Bajo condiciones de secano, el comportamiento del avenal está fuertemente condicionado por las precipitaciones acontecidas 20 días antes y hasta 90 días posteriores a la fecha de siembra.



Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero

29

La siembra consociada (*Avena-Melilotus*) produjo una mejor distribución del forraje en el tiempo como así también una mayor producción que el avenal puro.

La consociación se aprovechó durante 190 días, con una carga animal de 4,36 cab.ha⁻¹ (novillos-terneros-vacas) dando un EV.ha⁻¹ de 3,57; produciendo 678 raciones y aumentos medios diarios de 0,492 Kg. Mayores ganancias individuales pueden lograrse mediante el empleo de categorías de final de recría-engorde regulando la carga animal de maneta tal que no existan limitantes en la disponibilidad de forraje.

La composición de la dieta (forraje ofrecido) fue variable en el tiempo, en función del crecimiento y ritmo productivo de cada componente (Cuadro 12).

Cuadro 12: Consociación *avena-Melilotus*. Número de raciones.ha⁻¹ y aporte proporcional de cada componente, CER INTA Leales (Holgado, 1996).

Mes	Raciones/ha	% Avena	% <i>Melilotus</i>	% G. Bermuda
Junio	68	90	10	0
Julio	70	90	10	0
Agosto	74	60	40	0
Septiembre	105	40	60	0
Octubre	135	10	90	0
Noviembre	176	5	79	16
Diciembre	150	0	23	77
Enero	89	0	0	100
Febrero	80	0	0	100

El aporte de los componentes forrajeros en el tiempo se muestra en la Figura 9.

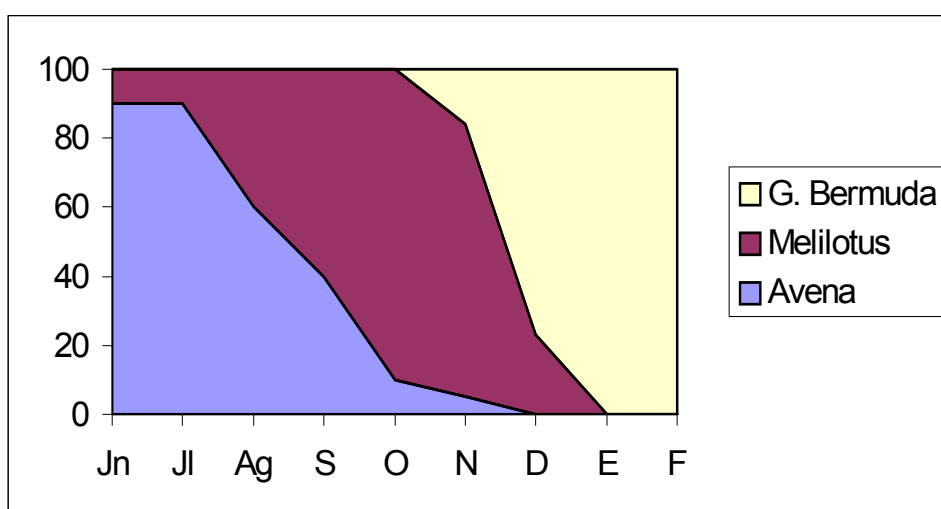


Figura 9: Aporte de los componentes forrajeros en el tiempo para la consociación *avena-Melilotus-Grama Bermuda* en Leales, Tucumán (Holgado, 1996).



En la Figura 9 se destaca la fuerte caída en el aporte de Avena con el avance de la temperatura y el aprovechamiento, siendo casi nulo en Octubre.

La disponibilidad de las raciones producidas en el tiempo se muestra en la Figura 10.

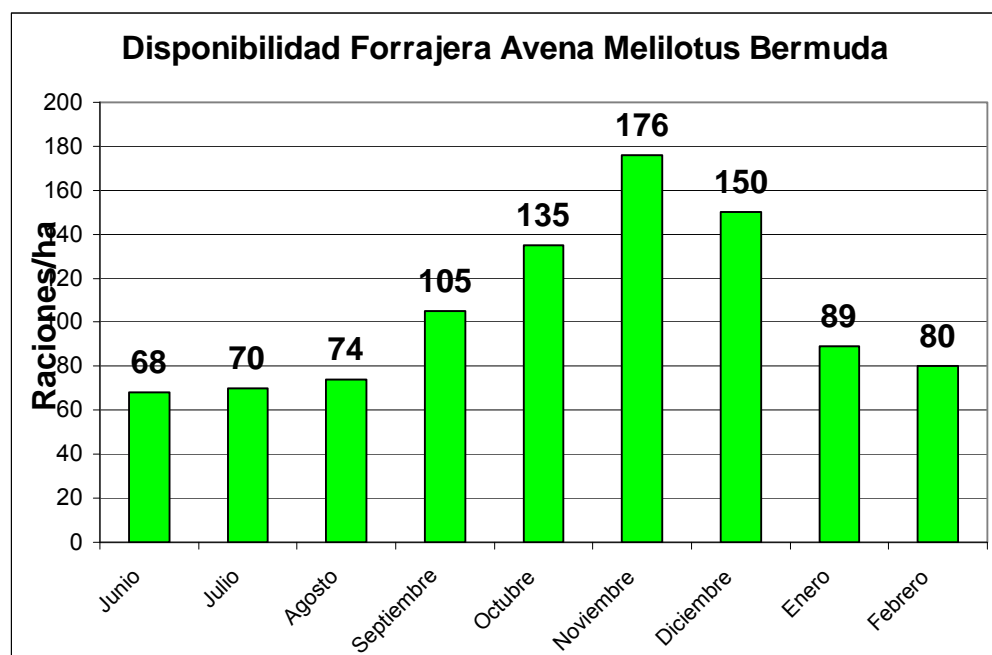


Figura 10: Disponibilidad forrajera de la consociación avena-*Melilotus*-Gramma Bermuda en Leales, Tucumán (Holgado, 1996).

De la Figura 10 se resalta el brusco incremento en la disponibilidad forrajera con el aumento de las temperaturas, en especial con la llegada del período primaveral para lograr su máximo en Diciembre, momento en el cual *Melilotus* se encuentra en plena floración-semillazón para luego desaparecer.

Consociación Cártamo – *Melilotus*.

En Salta se probaron distintas densidades de siembra en línea de cártamo (*Carthamus tinctorius* var. inermis) cv. Don Ubaldo INTA y *Melilotus* (*Melilotus alba* var. annua) sembrado al voleo a $6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Altas densidades de cártamo redujeron la producción de *Melilotus*, dado que éste es susceptible al sombreado. Las siembras a 45 cm interlíneas con densidades de 36 a 54 plantas. m^{-2} aumentaron la producción total de forraje de la asociación cártamo+*Melilotus* (Berti, 1991).



Consociación Cebada – *Melilotus*.

En los suelos con presencia salina se reemplaza avena por cebada forrajera (*Hordeum vulgare*) o cebada negra (*Hordeum hexastichum* var. *Nigrum* Harlam), de acuerdo al manejo, donde la cebada negra se caracteriza por su precocidad y ciclo más corto.

Consociación Grama Rhodes – *Melilotus*.

La siembra simultánea de Grama Rhodes y *Melilotus* es común en implantaciones típicas del mes de Febrero en la Llanura Deprimida del Este de Tucumán y Oeste de Santiago del Estero. Se aprovecha la menor competencia de malezas estivales, principalmente latifoliadas, y se obtienen los beneficios de la inclusión de la leguminosa. Al introducir Trébol de olor no es recomendable emplear herbicidas por su elevada susceptibilidad.

Por lo general se mantiene la densidad de siembra de Grama Rhodes e incorporan 10 Kg.ha⁻¹ de *Melilotus*, distribuido al voleo con sembradora eléctrica centrífuga anterior al tren de siembra de Grama Rhodes (Foto 4).



Foto 4: Siembra consociada de Grama Rhodes cv. Fine Cut (8 Kg.ha⁻¹) y *Melilotus albus* (10 Kg.ha⁻¹), Est. La Verde, Dpto. Jiménez, Stgo del Estero. Foto: JRTV.

Estos lotes deben dejarse llegar al máximo desarrollo de Grama Rhodes para



asegurar la semillazón y adecuadas reservas. Con la llegada de las heladas la gramínea se seca y *Melilotus* permanece verde ofreciendo un forraje de excelente calidad en cada pastoreo.

Intersiembrá Grama Rhodes – *Melilotus*.


Bruno et al. (1983) incorporaron *Melilotus* a pasturas de Grama Rhodes (*Chloris gayana*), con distintos tratamientos y lograron poblaciones de *Melilotus* de 13,8 a 38,7 plantas.m⁻², y eficiencias de implantación de 2,7 a 7,64%. La no remoción o tratamiento de la pastura (pastoreo, picado, pisoteo) significó la desaparición de *Melilotus* por impacto de la competencia efectuada por Grama Rhodes.

Se recomienda su intersiembrá en el mes de Febrero/Marzo. Previamente debe hacerse un pastoreo dejando un remanente de 20 cm para Grama Rhodes e incorporar la leguminosa con un sistema de laboreo vertical (Foto 5 a y b). La intersiembrá permite también recuperar pasturas degradadas y prolongar su período de aprovechamiento. Pueden emplearse sembradoras de siembra directa acondicionadas para leguminosas forrajeras con el auxilio de fertilizantes fosfatados para potenciar el desempeño de *Melilotus*.



Foto 5: a-) Intersiembrá de Trébol de Olor Blanco con scoltíe en Grama Rhodes y b-) Consociación lograda en otoño. Foto JRTV.

La llegada de las heladas invernales a fines de Mayo o en Junio, significan el final de la disponibilidad de forraje verde por parte de Grama Rhodes, que se mantiene como diferido. El crecimiento de *Melilotus* en Agosto (Foto 6) brinda una fuente de

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	33
--	---	----

proteína y energía de alta calidad que favorece el consumo del diferido.




Foto 6: Intersiembrado de *Melilotus albus* en lote de Grama Rhodes cv. Callide, Fca. Cachi Yaco, Leales, Tucumán. Foto: JRTV.

Consociación Achicoria-Cebadilla-Melilotus.

En el entonces Tambo Experimental Benjamín Paz, Trancas, Tucumán se implantó una consociación de Achicoria (*Cichorium intibus*), Cebadilla (*Bromus catharticus*) y Trébol de olor Blanco (*Melilotus albus*) bajo condiciones de riego de superficie eventual para vacas secas y vaquillonas de recría (Figura 11) (Toll Vera, 1992).

FORRAJES/MES	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
ALFALFA												
HENO ALFA												
MEL-CEB- ACH												
SORGO												
AVENA												

Figura 11: Cadena Forrajera del Tambo Experimental “Benjamín Paz” (Toll Vera, 1992).

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	34
--	---	----

En la Figura 11 se aprecia la importancia de la superficie de pasturas permanentes, donde la consociación **Mel-Ach-Ceb** se pastoreaba desde Abril a Noviembre complementando a los avenales y disminuyendo los costos de producción. El manejo era con Pastoreo Rotativo Racional Intensivo ya que es el método que admite más variantes, las que se producen en función de los cambios en tamaño de la unidad de pastoreo y en la velocidad de rotación de los animales, siempre mediante el uso de alambre eléctrico y el rodeo dividido en dos grupos (Cuadro 13, Toll Vera, 1992).

Cuadro 13: Aprovechamiento de la consociación Achicoria (*Cichorium intibus*), Cebadilla (*Bromus catharticus*) y Trébol de olor Blanco (*Melilotus albus*), Tambo Experimental "Benjamín Paz" (Toll Vera, 1992).

	m ² .animal.día ⁻¹	%	has	Pastoreos N°	Sup. Past. has
Mel-Ach-Ceb	6,13	5,71	8,6	6	51,6

Enriquecimiento de Grama Bermuda.

Ensayos en el INTA Leales de Tucumán, con pastoreo profundo previo de Grama Bermuda (*Cynodon dactylon*) a la siembra con rastra y cajón sembrador (6 Kg.ha⁻¹) conducidos durante 4 años se muestran en el Cuadro 14 (Holgado, 2002a).

Cuadro 14: Producción de carne (Kg Carne.ha⁻¹), INTA Leales, Tucumán (Holgado, 2002a).

AÑO	TRATAMIENTO	PERÍODO	DÍAS	CARGA Cab.ha ⁻¹	GANANCIA Kg.cab.día	PRODUCCIÓN Kg Carne.ha ⁻¹
1	GB	20/10 A 10/05	202	4.00	0.399	322.5 A
	GB+M	20/08 A 10/05	263	5.06	0.441	586.9 B
2	GB	05/09 A 02/06	270	4.00	0.287	309.5 A
	GB+M	05/09 A 23/04	230	4.00	0.375	344.7 A
3	GB	13/11 A 01/06	200	3.00	0.385	231.0 A
	GB+M	09/09 A 12/05	245	3.00	0.491	361.2 B
4	GB	05/10 A 04/06	242	3.00	0.435	315.5 A
	GB+M	18/08 A 05/05	260	4.43	0.603	694.1 B

*Valores con letras distintas discrepan estadísticamente (p<0,05)

Gramma Bermuda (*Cynodon dactylon*) es una gramínea perenne, estolonífera y



rizomatosa que posee una gran adaptabilidad ecológica a climas y calidades de suelos, lo que la convierte en una excelente competidora ya sea como maleza o forrajera.

En suelos con presencia de sales y anegamiento temporario conforma pastizales monofíticos, comúnmente denominados “gramillares”. Tolera el pastoreo profundo y el fuego. Lo que la hace una especie forrajera plástica e importante.

En el Cuadro 14 se observa que en los años 1, 3 y 4 la producción de carne por hectárea resultó significativamente mayor en GB+M respecto al testigo GB. El incremento productivo fue del 82, 56 y 120% comparativamente. En el año 2, las diferencias no alcanzan significancia estadística dada la baja cobertura de *Melilotus* lograda en la campaña anterior. En general, se aprecia que la incorporación de *Melilotus* a pasturas de Grama Bermuda permite un período más largo de pastoreo y mayores ganancias en peso. Esto último se debería a la mejor calidad forrajera del *Melilotus* en relación a Grama Bermuda, donde se destaca su contenido proteínico y digestibilidad (Foto 7).

La correlación entre el aporte forrajero del *Melilotus* y la producción de carne por hectárea fue de **0,99** ($P < 0,01$). La función de ajuste fue $Y = 276,5 + 0,097 X$. Lo que demuestra que cuanto mayor es la producción de la leguminosa más alta es la producción de carne por hectárea (Holgado, 2002a).



Foto 7: Enriquecimiento de Grama Bermuda (*Cynodon dactylon*) con Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*), Fca. Cachi Yaco, Leales, Tucumán. Foto JRTV.



En las consociaciones, la composición química de las gramíneas varía al aumentar su contenido de PB% como consecuencia de la transferencia de nitrógeno desde el componente leguminosa. Ello se debe a que las gramíneas pueden tomar con alta eficiencia el nitrógeno muerto disponible proveniente de los nódulos, raíces, tallos y hojas de las leguminosas (Walker *at al.*, 1954).

A la par, el suelo se estructura de manera diferente. Las gramíneas brindan estabilidad estructural a los suelos en el horizonte subsuperficial por sus raíces en cabellera y *Melilotus* con su raíz pivotante profunda, incorpora materia orgánica en profundidad y promueve los bioporos a la muerte de las raíces (Figura 12).

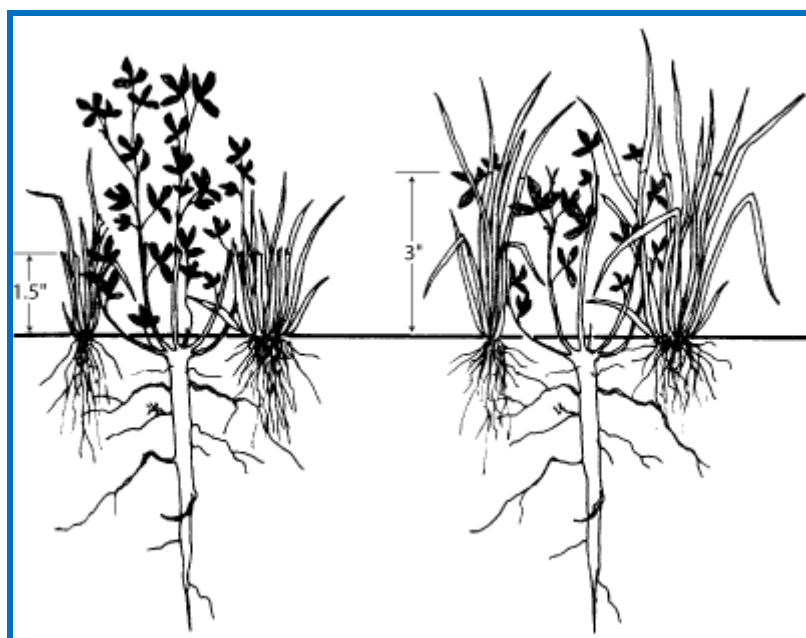


Figura 12: Distribución en el perfil del suelo de raíces de gramíneas (fasciculadas) y leguminosas (pivotantes).

Fertilización y enmiendas

El objetivo de la fertilización es el de suministrar a la planta todos los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento. En las leguminosas, el fósforo es fundamental en la implantación y en las etapas posteriores, mientras que el nitrógeno sólo favorece el establecimiento hasta el desarrollo de la simbiosis con el *Rhizobium*. Las enmiendas con Calcio (encalado) y eventualmente azufre (S), solas o combinadas como Yeso agrícola (CaSO_4) son utilizadas para corregir pH y también como abonos específicos.



PRODUCCIÓN DE FORRAJE.

La capacidad de producción de forraje se ha estudiado en implantaciones iniciales y raramente sobre lotes procedentes de resiembra natural.

Las siembras tempranas favorecen la productividad de la pastura que declina en el invierno por impacto de las bajas temperaturas y escasas precipitaciones. Así Cangiano y Mombelli (1975) en Manfredi, Córdoba determinaron tasas de crecimiento de 12 y 53 Kg MS.día.ha⁻¹ en el período otoño-invernal para plantas defoliadas o no previamente, con máximas velocidades de crecimiento en el período septiembre-octubre. Clasificaron tres fases en plantas no defoliadas: mayo-junio; junio-julio y julio-agosto con tasas de 80, 30 y 50 Kg MS.día.ha⁻¹ respectivamente, y alcanzaron valores de 7600 Kg MS.ha⁻¹.

Cangiano (1979) realiza siembras a 0,20 m, a densidad de 12 Kg.ha⁻¹ el 21-03 y determina la curva de crecimiento en tiempo. Las severas heladas invernales afectaron el rebrote tierno de las parcelas que tuvieron buena recuperación y capacidad productiva. La producción al momento de las heladas fue de 2.500 Kg MS.ha⁻¹ y la velocidad de crecimiento de 30 Kg MS.día.ha⁻¹. En primavera la producción acumulada alcanzó 8.500 Kg MS.ha⁻¹ y una velocidad de crecimiento de 85 Kg MS.día.ha⁻¹ a fines de octubre (Figura 13).

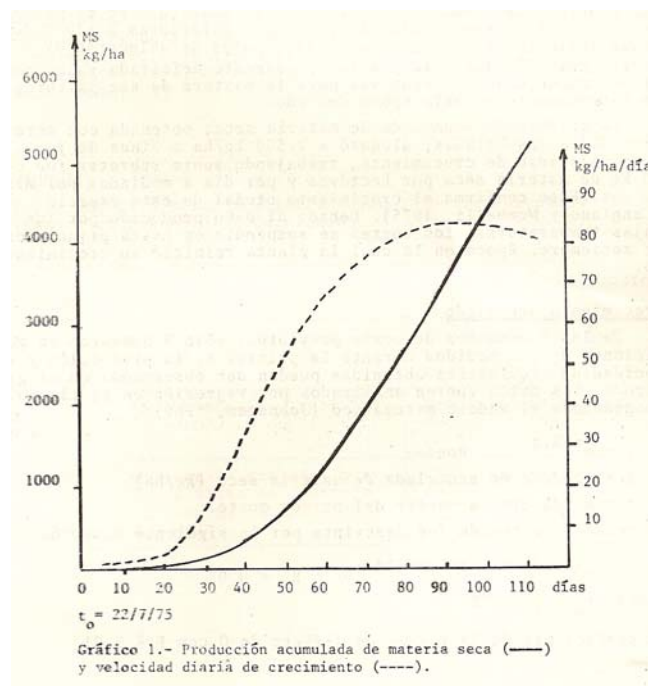


Figura 13: Producción acumulada de materia seca (Kg MS.ha⁻¹) y velocidad diaria de crecimiento (Kg MS.ha⁻¹.día⁻¹) (- - -)(Cangiano, 1979).



La relación entre la altura de planta y la producción de materia seca acumulada se muestra en la Figura 14.

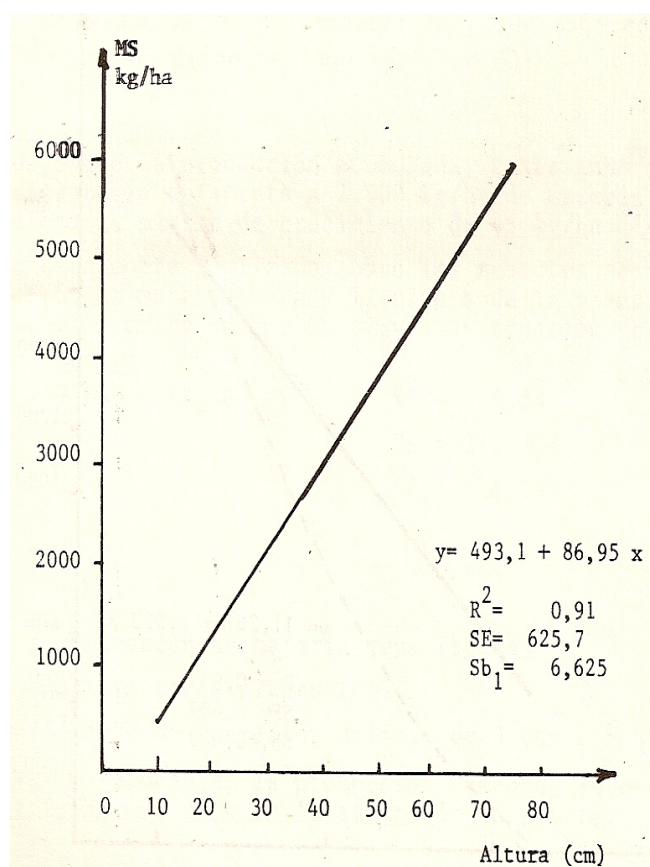


Figura 14: Relación entre altura de planta y producción de materia seca acumulada (Cangiano, 1979).

De acuerdo a la ecuación obtenida, la producción acumulada aumenta 86,95 Kg MS.ha⁻¹ por cada cm de altura de la planta.

El crecimiento de los rebrotes se observa en la Figura 15.

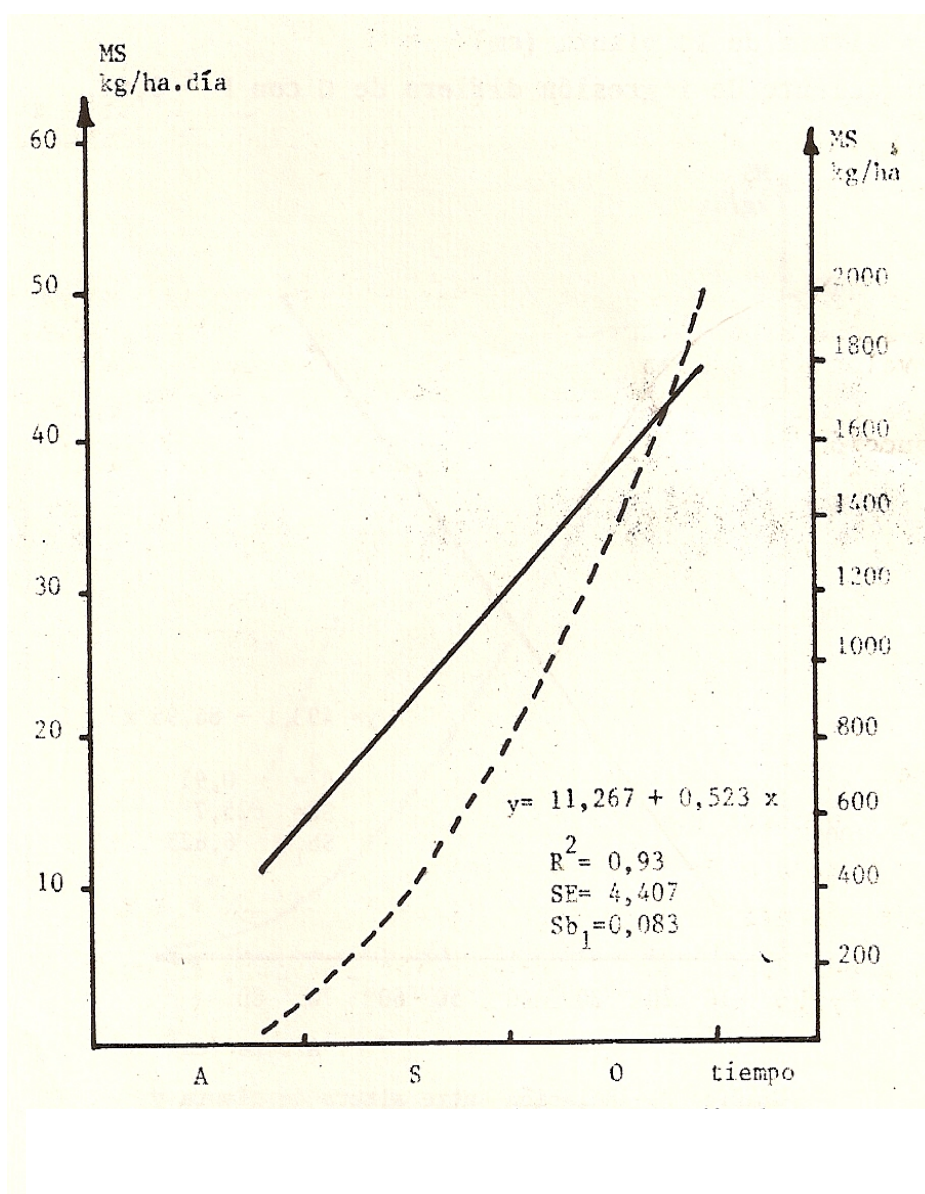


Figura 15: Velocidad de crecimiento promedio de rebrotes (-----) (Kg MS.día.ha⁻¹) y producción acumulada estimada (- - -) (Kg MS.ha⁻¹) (Cangiano, 1979).

Donde y = velocidad de crecimiento Kg MS.día.ha⁻¹ y x = N° de días a partir del 24/08. La producción acumulada de los rebrotes alcanzaría 2.000 Kg MS.ha⁻¹ con una velocidad de crecimiento de 45 Kg MS.día.ha⁻¹ (Figura 16).

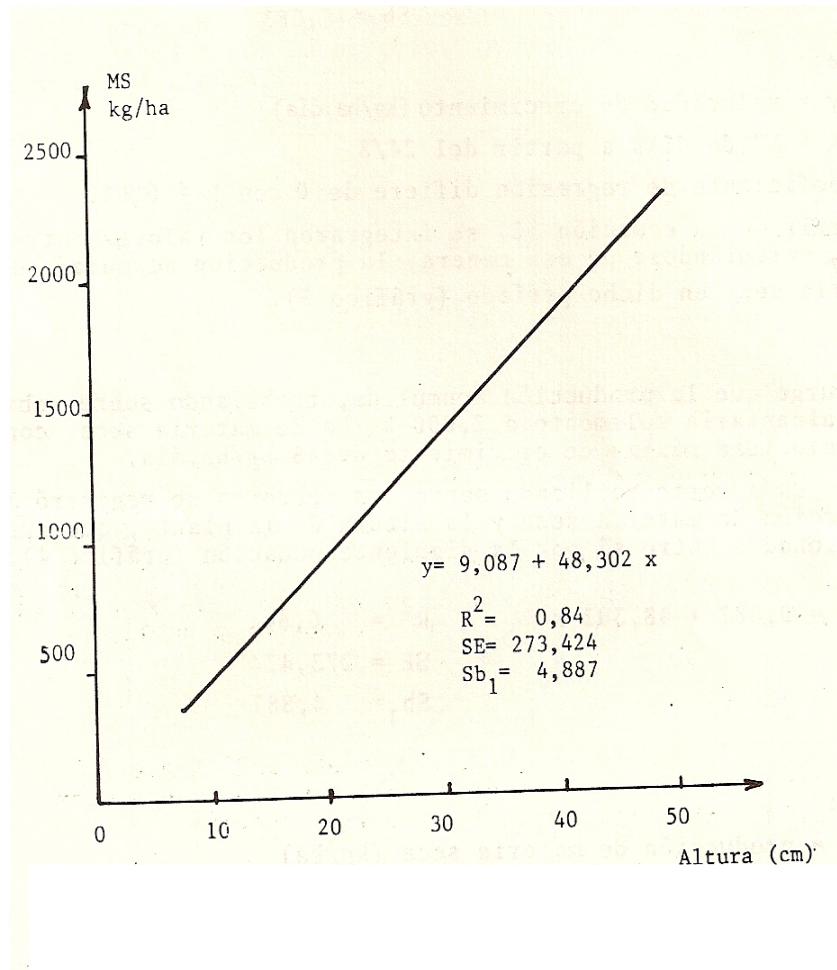


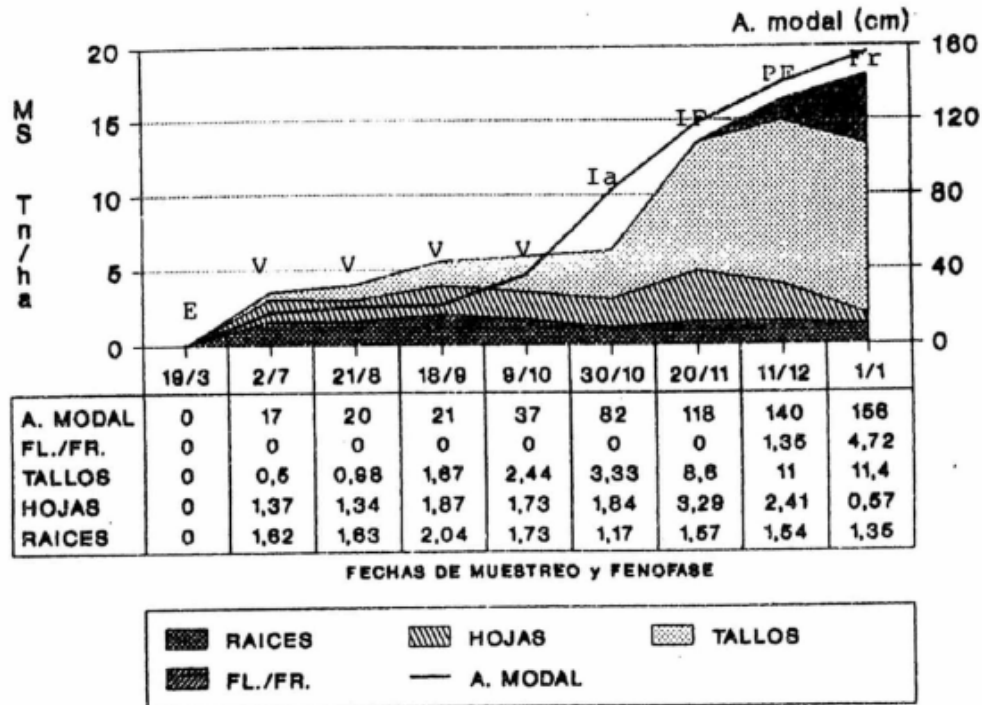
Figura 16: Relación entre altura de planta (cm) y producción de materia seca de rebrotes (Kg MS.ha⁻¹) (Cangiano, 1979).

De la ecuación presentada en la Figura 16, se deduce que la producción del rebrote aumenta en 48,30 Kg MS.ha⁻¹ por cada cm de altura de planta.

Ensayos realizados en Villa Mercedes, San Luís (Veneciano *et al.*, 1994) resaltaron que el crecimiento del cultivo fue netamente primaveral, alcanzando el máximo rendimiento de MS en la etapa de fructificación, mientras que el porcentaje de hojas se redujo de 73.4 % (2 de julio) a 3.4 % 11 de enero). La tasa de crecimiento (Kg MS.ha.día⁻¹) no se correlacionó con las precipitaciones (mm) ni con la temperatura media. El rendimiento de MS acumulada tuvo una alta correlación con la altura modal de las plantas, con la temperatura media, y con las precipitaciones acumuladas (Figura 17).



FIGURA 1. Crecimiento acumulado de *M. alba* Medikus. Variaciones en la altura modal y composición de la biomasa a través del tiempo.



E=emergencia. V=estado vegetativo. Ia=inflorescencias muy aisladas. IF=inicio de floración (10 %). PF=plena floración. Fr=fructificación.

Figura 17: Crecimiento acumulado de *Melilotus alba*. Variaciones en la altura modal y composición de biomasa a través del tiempo (Veneciano *et al.*, 1994).

La relación de la altura modal (cm) del cultivo de *Melilotus alba* Medikus con la biomasa aérea producida (Kg MS.ha⁻¹) es descripta por la ecuación:

$$y = 2.415,1 + 0,612.x^2, R^2=0,82, CV=4,0, P<0,05,$$

donde y = MS acumulada (Kg.ha⁻¹) y x= altura modal (cm).

Para la misma zona, trabajos posteriores evaluaron las curvas de crecimiento acumulado, composición morfológica y respuesta al corte (Privitello *et al.*, 1998a) caracterizando a *Melilotus albus* como una especie de alta plasticidad al manejo; crecimiento explosivo con alta producción (11000 Kg MS.ha⁻¹) y buena proporción Hoja:Tallo (H:T) en primavera. Remarcan el momento de aprovechamiento, a principios



de floración con una altura de planta cercana a los 45-50 cm.

Al evaluar la composición morfológica de la producción de los rebrotes (Kg MS.ha⁻¹) se observó que la relación Hoja:Tallo fue muy elevada en la fase vegetativa **6:1** con porcentajes de la fracción hoja que fluctuaron entre 70 y 90. Al principio de floración se mantenía una adecuada relación H:T 1,4 a 2,12 con porcentajes foliares de 58 a 67; para en floración disminuir la H:T de 1:1 a 2,6:1 (Privitello *et al.*, 1998b).

CALIDAD DEL FORRAJE

Cangiano (1979) determinó la calidad del forraje Proteína Bruta (PB%); Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica (DIVMO) y relación Hoja:Tallo (H/T) tanto para producción acumulada (Figura 18) como para rebrotes (Figura 19).

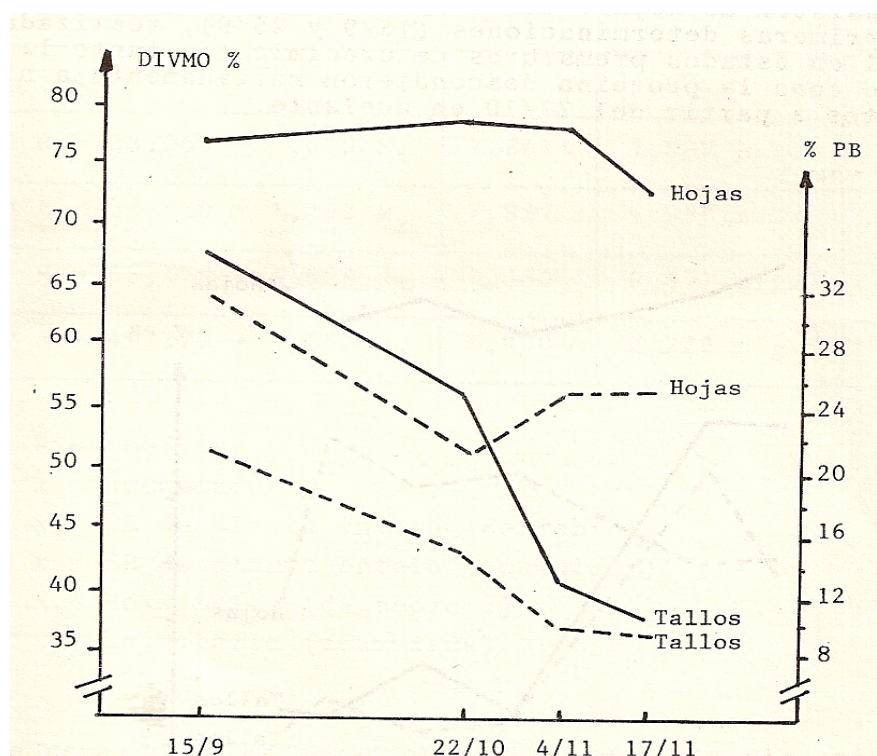


Figura 18: Proteína Bruta (- - -) (PB%) y digestibilidad (-----) (DIVMO%) en hojas y tallos de la producción acumulada (Cangiano, 1979).

En la producción acumulada, la digestibilidad y proteína bruta de las hojas se mantuvieron en altos valores y casi sin variaciones a lo largo del tiempo; mientras que para los tallos en ambos parámetros, manifestaron una marcada tendencia decreciente



a medida que el cultivo envejecía. Los valores de digestibilidad y proteína de las hojas siempre fueron mayores que los tallos a lo largo del período considerado.

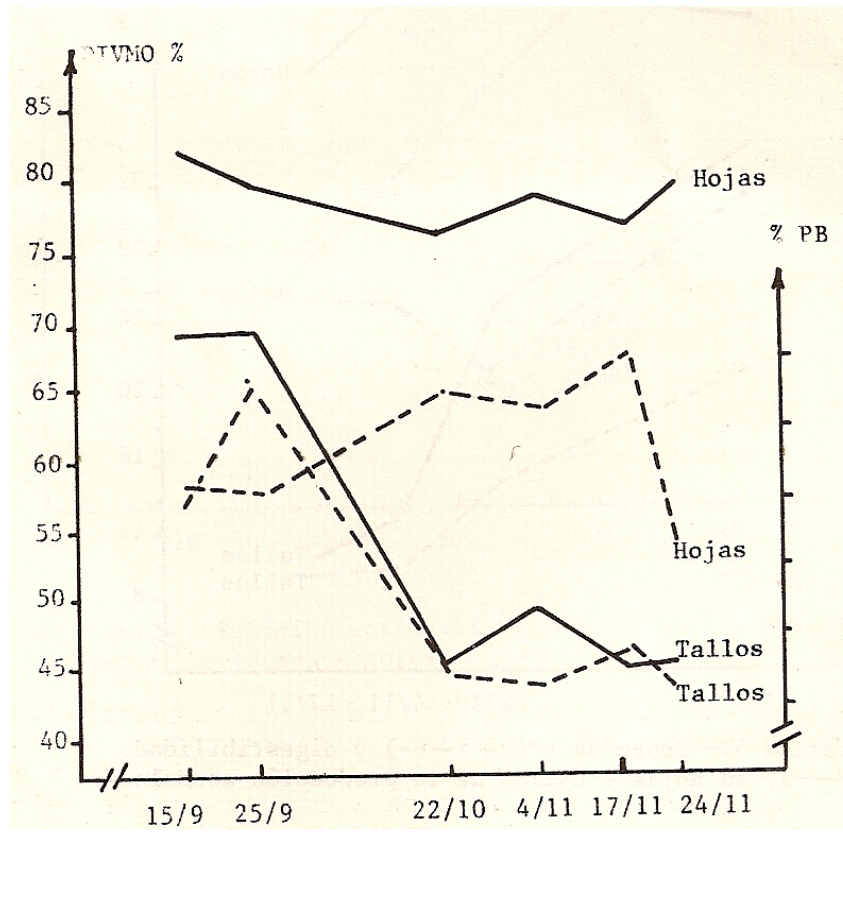


Figura 19: Proteína Bruta (- - -) (PB%) y digestibilidad (- - -) (DIVMO%) en hojas y tallos de rebrotes (Cangiano, 1979).

En el crecimiento de los rebrotes (Figura 19) la digestibilidad de las hojas se mantuvo casi sin variaciones, pero la proteína, si bien presentó valores altos, tuvo altibajos a lo largo el ciclo. A un punto llegó a valores menores a los tallos (25-09) momento en el cual el forraje era muy tierno y casi todo el material consistía en hojas. Con respecto a los tallos luego de superado el estadio de crecimiento prematuro (25-09) tanto la digestibilidad como la proteína descendieron marcadamente a niveles constantes a partir del 22-10 en adelante.

La digestibilidad de la planta entera fue mejor estimada por la relación Hoja:Tallo que por la proteína bruta, Cuadro 15.

Cuadro 15: Ecuaciones descriptivas de la digestibilidad de planta entera (Cangiano,



1979).

Ecuaciones	SE	Sb ₁	R ²
DIVMO R= 28,960 + 1,819 x ₁	7,2614	1,087 ns	0,41
DIVMO A= 34,420 + 1,452 x ₂	7,857	1,958 ns	0,65
DIVMO R= 55,179 + 6,695 x ₃	1,336	0,477 *	0,98
DIVMO A= 49,227 + 9,052 x ₄	4,400	2,200 *	0,89

Donde **R**= rebrotes; **A**= acumulado; X₁= PB planta entera de rebrote; x₂= PB de planta entera acumulada; x₃= Hoja:Tallo de rebrote y x₄= Hoja:Tallo acumulada.

De acuerdo a las ecuaciones obtenidas, la digestibilidad de la planta entera en producción acumulada y de rebrotes variarían entre 9,052 y 6,695 unidades por cada unidad de variación Hoja:Tallo. Ello implica una menor disminución de la digestibilidad en rebrotes que en el acumulado (Figura 20).

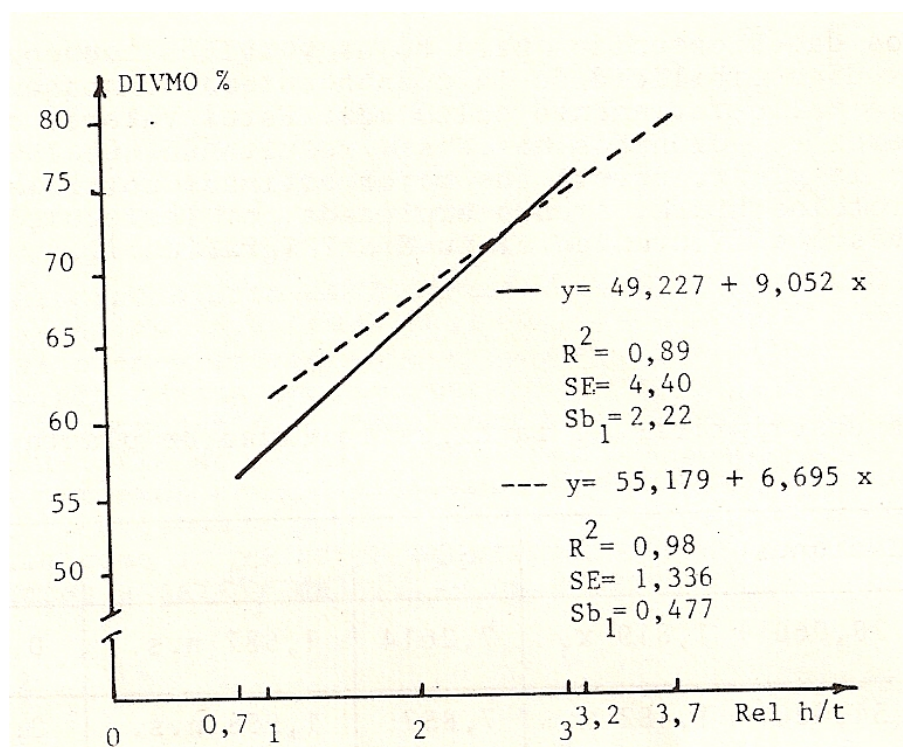


Figura 20: Relación entre digestibilidad de planta entera (DIVMO%) y relación Hoja:Tallo en producción acumulada (----) y rebrotes (- - -) (Cangiano, 1979).

A partir del 22-10 un sistema de Pastoreo Rotativo Intensivo (PRI) traería aparejado un forraje de superior calidad ya que mantendría un nivel más alto y constante de digestibilidad que la producción acumulada. Ello se debe al cambio en la relación Hoja:Tallo con el avance de la madurez y la gran elongación de los vástagos



florales (Figura 21).

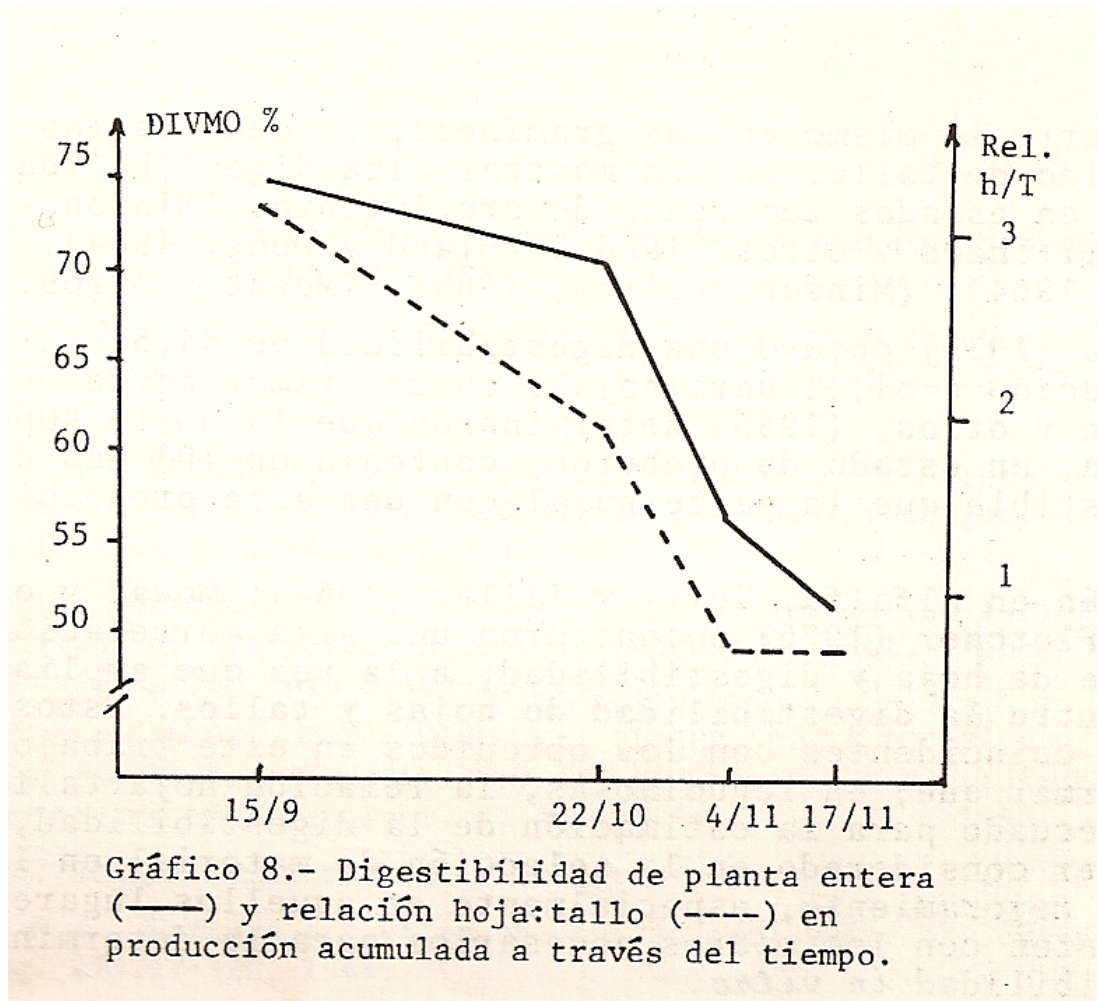



Figura 21: Digestibilidad de planta entera (----) (DIVMO%) y relación Hoja:Tallo (- - -) en la producción acumulada a través del tiempo (Cangiano, 1979).

Ensayos realizados en Villa Mercedes, San Luís (Veneciano *et al.*, 1995) puntualizan que la calidad de la materia seca de *Melilotus alba* Medikus se mantiene alta mientras prevalecen los estados vegetativos y elongación de tallos, acentuándose la reducción de este parámetro después del 30 de octubre, en coincidencia con el inicio de la floración del cultivo. La disminución del porcentaje de hojas y la lignificación de los tallos son las causas de este comportamiento, que se traduce en disminución de la digestibilidad *in situ* y contenido proteico de la planta entera y una tendencia inversa en la fracción FDN.

En base a la información presentada puede concluirse que la utilización de *Melilotus alba* Medikus no debe postergarse después de iniciada la floración,

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	46
--	---	----

constituyendo este estadio fenológico, asimismo, un indicador de fácil visualización para determinación del momento de corte de cultivos que van a henificarse.

La digestibilidad de la materia seca de planta entera se asoció muy bien con tres variables nutricionales indirectas (FDN, PB y % de hojas), siendo este último el de mayor importancia práctica por la sencillez de su utilización.

La disminución del porcentaje de hojas y la lignificación de los tallos son las causas de este comportamiento, que se traduce en disminución de la digestibilidad *in situ* y contenido proteico de la planta entera y una tendencia inversa en la fracción FDN (Cuadro 15).

Cuadro 15: Variación estacional de parámetros cualitativos correspondientes al crecimiento acumulado de *M. alba* Medikus (Veneciano *et al.*, 1994b).

Fecha	2 Jul	21 Ag	18 Sep	9 Oct	30 Oct	20 Nov	11 Dic	1 En
PROTEINA BRUTA								
P. Entera	19,6	21,7	21,4	20,3	18,8	14,5	8,1	5,8
Hoja	21,5	25,0	26,8	26,6	25,0	24,1	24,9	24,8
Tallo	14,2	17,1	15,3	15,8	15,4	10,8	4,9	5,1
FIBRA DETERGENTE NEUTRO (%)								
P. Entera	30,0	32,1	36,9	35,3	37,4	51,3	57,2	60,4
Hoja	28,8	30,2	26,4	39,0	30,6	28,5	40,3	40,0
Tallo	38,4	41,3	45,6	39,3	41,5	63,2	62,4	62,0
DIGESTIBILIDAD IN SITU (%)*								
P. Entera	87,2 a	85,1 ab	84,0 ab	82,1 b	73,4 c	61,8 d	51,4 e	41,5 f
Hoja	88,2 a	88,4 a	87,5 a	86,0 ab	84,0 b	84,0 b	84,0 b	79,0 c
Tallo	84,5 a	81,0 b	80,0 b	78,5 b	67,5 d	53,6 d	45,0 e	40,0 f

*Letras distintas corresponden a diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

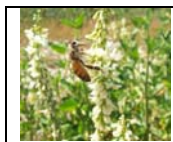
En base a la información presentada puede concluirse que la utilización de *Melilotus alba* Medikus no debe postergarse después de iniciada la floración, constituyendo este estadio fenológico, asimismo, un indicador de fácil visualización para determinación del momento de corte de cultivos que van a henificarse.

La utilización temprana previene la disminución de la digestibilidad de los tallos.

La digestibilidad de la materia seca de planta entera se asoció muy bien con tres variables nutricionales indirectas (FDN, PB y % de Hojas), siendo este último el de mayor importancia práctica por la sencillez de su utilización:

$$Y = 40,95 + 0,7933.H \quad r^2 = 0,90^*$$

La pérdida de calidad forrajera ocurre en la floración con la elongación de los tallos, la lignificación de los mismos y la disminución del porcentaje de hojas.



Trabajos en la EEA INTA Manfredi, Adoba conducidos sobre un suelo Haplustol típico, evaluaron una densidad de 17 Kg.ha⁻¹ en tres fechas de siembra, principios de Abril (S1), fines de Abril (S2) y mediados de Mayo (S3) donde se aplicaron tres frecuencias de corte a los 20 cm de altura (A20) cuando interceptaba el 50% (I50%) y 75% (I75%) de la radiación fotosintéticamente activa (Cuadro 16) (Olivo y Spada, 2015).

Cuadro 16: Producción de Materia Seca (Kg.ha⁻¹) de *Melilotus albus* en tres momentos de siembra y tres frecuencias de defoliación, Manfredi, Cdba (Olivo y Spada, 2015).

Defoliación	Producción de Materia Seca (Kg.ha ⁻¹)		
	Fechas de siembra		
	S1 04-04-14	S2 28-04-14	S3 19-05-14
Altura 20 cm	5.711 a*	4.661 a	2.557 c
Intercepción 50%	6.239 a	3.532 b	3.572 a
Intercepción 75%	5.584 a	4.526 a	3.004 b


*Letras distintas corresponden a diferencias significativas (P ≤ 0,05)

En S1 y S2 cuando la pastura se cosechó en función a I50% e I75% las plantas presentaron una altura promedio de 20 cm y 82% de hojas. Para S3 la pastura presentó mayor altura (27 cm) pero con menor porcentaje de hojas (65%). Se aconseja adelantar la fecha de siembra para obtener una mayor cantidad de cortes. En función de la acumulación de biomasa, proporción de hojas y facilidad de corte se recomienda el corte a 20-25 cm de altura y un remanente de 5 cm.

PRODUCCIÓN DE GAS METANO

Los rumiantes son una importante fuente productora de metano; resulta de interés de conocer los mecanismos implicados con el fin de estimar y reducir su emisión a la atmósfera.

Smacchia *et al.* (2011) midieron la producción de gas final y concentración de CO₂ y CH₄, por cromatografía gaseosa. El CH₄ producido se refirió a la materia seca degradada MSD en el rumen a las 24h de incubación *in sacco* y se expresó en I.KgMSD24h⁻¹. La composición química se midió por AOAC: Materia Orgánica: **MO**, Carbohidratos No Estructurales: **CNES**, Lignina: **LIG**. Proteína Bruta: **PB**; Fibra detergente neutra **FDN** y ácida **FDA**. Los resultados se estudiaron por correlación y regresión (P>0,05) (Cuadro 17).


	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	48
--	---	----

Cuadro 17: Composición química y capacidad de producción de gas (Smacchia *et al.*, 2011).

	Composición Química						Estudios <i>in vitro</i>		
	MO	CNES	LIG	PB	FDN	FDA	Gas	CH ₄ (1)	CH ₄ (2)
M. a.	90	5,7	5,6	20,3	42	31,9	72,9	11,78	17,6

(1) l.Kg MS⁻¹, (2) l.Kg MSD 24h⁻¹

Melilotus albus mostró valores intermedios en todas las variables analizadas salvo en MO que fue la más alta. Concluyeron que la producción de gas y metano por las pasturas estudiadas, se hallaron inversamente correlacionada con la concentración de FDN y FDA, fracciones indicadoras de los componentes químicos (celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice) presentes pared celular de los vegetales.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	49
--	---	----

PASTOREO.

La remoción del follaje es un factor altamente determinante del comportamiento de la planta y por lo tanto el momento de defoliación inicial constituye una herramienta decisiva para mejorar el rendimiento de forrajimasa aprovechable y para prolongar el período de utilización sin resignar calidad.

Se aconseja iniciar el pastoreo cuando el cultivo alcanza 30 - 40 cm de altura dejando un remanente de 8 - 10 cm para favorecer la actividad fotosintética y un mejor rebrote posterior (Foto 8).



Foto 8: Remanente y rebrote de Trébol de Olor Blanco. Foto JRTV.

Desde mediados de Octubre, con la suba de temperaturas, tiende a formar tallos florales, que cuando no controlados por el pastoreo o corte, pueden desarrollar alcanzando más de 1,8 m de altura y diámetros importantes. Cuando dejado crecer libremente, los tallos luego de la floración y semillazón constituyen un problema en el rejuvenecimiento de praderas al impedir el adecuado trabajo de las desmalezadoras.

Ensayos de manejo mediante efecto de intensidad de defoliación/pastoreo demostraron que, superados los 40 cm de altura de la planta (alto índice de área foliar) remociones de forrajes con intensidades de 20 cm permitieron que los meristemas axilares, la reserva de carbohidratos de la base del tallo y el material fotosintético remanente asegurasen más de tres rebrotes y la mayor producción total. De lo



anteriormente expuesto resalta que *M. albus* es una especie de alta plasticidad al manejo (Cangiano, 1979; Veneciano *et al.*; 1994 ayb).

Microhistología.

Dado su alto valor nutricional, muchas *Papilionaceae* forman parte de la dieta de los herbívoros. Diferentes especies de esta familia son a veces agrupadas debido a la dificultad para su reconocimiento. El análisis microhistológico cuantifica la composición botánica de la dieta de herbívoros mediante la identificación de los caracteres epidérmicos de las especies ingeridas.

La identificación de especies leguminosas forrajeras como *Lotus tenuis*, *Medicago arabica*, *Medicago lupulina*, *Melilotus albus*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, cuando están presentes en las heces o en contenidos del tracto digestivo de los herbívoros es posible (Figura 22) (Yagueddú *et al.*, 2009).

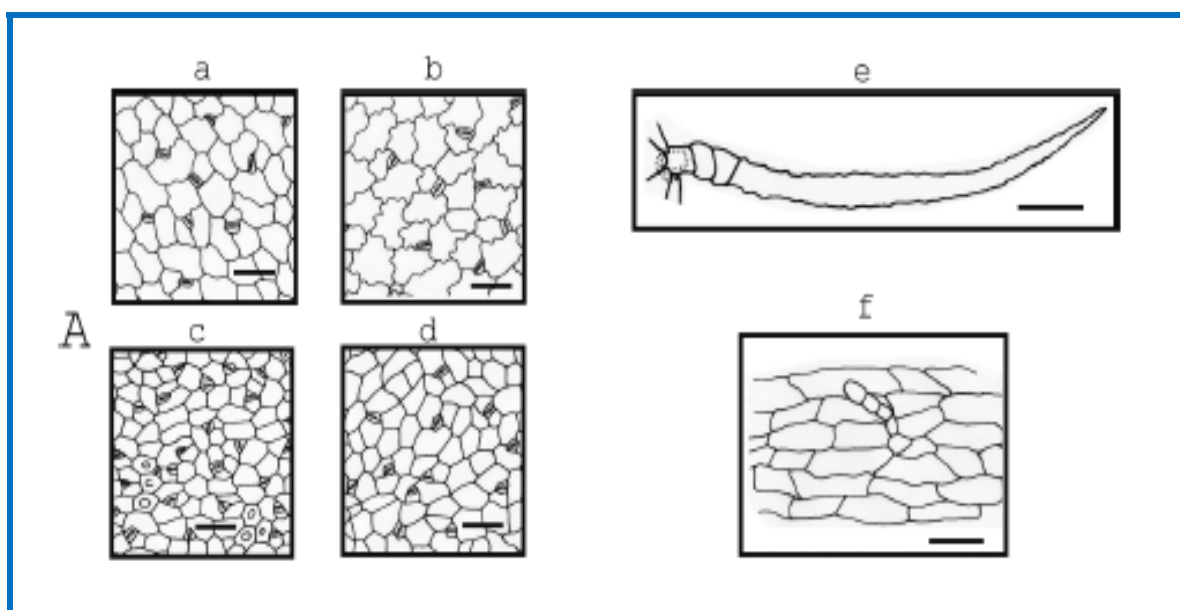



Figura 22: Dibujos de tejido epidérmico de *Melilotus albus*; **a** y **b** folíolos jóvenes; **c** y **d** folíolos maduros; **a** y **c** epidermis adaxial; **b** y **d** epidermis abaxial. **e** tricoma típico uniseriado no glandular y **f** tricoma glandular (Yagueddú *et al.* 2009).

Melilotus albus presenta estomas hundidos en las epidermis adaxial y abaxial. La epidermis adaxial carece de tricomas glandulares.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	51
--	---	----

Los tricomas glandulares presentan una célula terminal corta, una base conformada por dos células ligeramente alargadas que pueden considerarse uniseriadas y una cabeza formada por entre una y cuatro células dispuestas uniseriadas (Figura 22).

Las principales características que ayudan al reconocimiento de esta especie son la forma de las paredes epidérmicas anticlinales, y la densidad, tamaño y forma de los tricomas típicos uniseriados no glandulares. De acuerdo a las descripciones de las epidermis y los análisis estadísticos efectuados, es posible reconocer esta especie en heces de herbívoros o en el contenido de tractos digestivos.

Perennización por resiembra natural.

El Trébol de Olor Blanco posee una gran capacidad de producción de semillas (hasta 200 Kg.ha⁻¹) lo que permite a esta forrajera manejarla como perenne, en la medida que se permita su resiembra anual. Para ello deben retirarse los animales a principios de noviembre o reducirse la carga animal. Una vez lograda la floración y fructificación, puede estimularse la germinación de las semillas caídas mediante el empleo de una rastra de discos a poca profundidad. Esta operación puede practicarse a principios de Marzo, incorporando semilla al suelo y disminuyendo la competencia.

Respecto a la incorporación de *Melilotus*, Panigatti (1974) pone de manifiesto la importancia que tiene la remoción superficial del suelo para asegurar la resiembra de esta forrajera. Esta práctica aumenta la producción de pasto y disminuye las malezas, especialmente cuando la condición del suelo no es favorable para la resiembra natural. El escarificado del suelo, al modificar las condiciones físicas de la superficie facilita la germinación y asegura una mejor economía del agua (Foto 9).

Fossati y León (1977) concluyeron que la resiembra de *Melilotus* mejora con una pasada de rastra de discos en Marzo-Abril, siempre que la leguminosa haya sembrado adecuadamente en el año previo.



Foto 9: Resiembra natural y acumulación en cabecera de Trébol de Olor Blanco. Estancia La Verde, Stgo del Estero. Foto JRTV.

Control de Malezas

Melilotus es una especie muy sensible a los herbicidas convencionales, incluso al 2,4-DB (Ulises *et al.*, 2000).

El control de malezas en *Melilotus spp.* es problemático ya que tiene muy baja tolerancia a los fenoxi-derivados y a bromoxinil. Preside (Flumetsulam) aplicado sólo, ya sea al suelo (pre-emergencia) o en postemergencia, muestra muy buena selectividad (Figura 23).

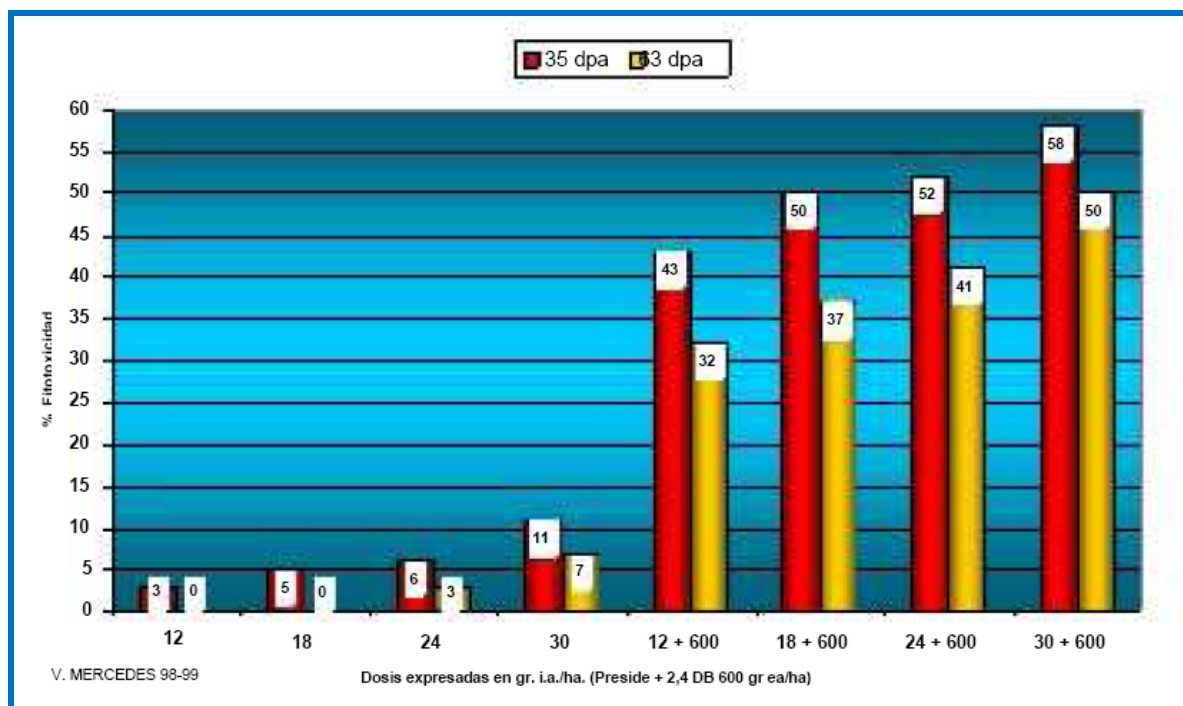


Figura 23: Fitotoxicidad en *Melilotus*. Aplicaciones pre y postemergencia Preside (Flumetsulam) y Preside + 2,4-DB (Ulises *et al.*, 2000).

En pre-emergencia **Preside** (Flumetsulam) a dosis de 400 cc.ha⁻¹. El único herbicida postemergente temprano (1° a 2° folíolo) y post-convencional (3° a 5° folíolo) registrado es Preside (Flumetsulam) a dosis de 250 cc.ha⁻¹. Los mejores controles de malezas se logran con herbicidas de pre-emergencia.

Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN)

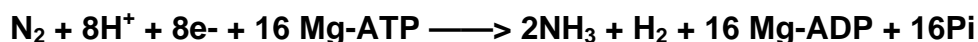
La fijación biológica de N₂ (FBN) consiste en la transformación del N₂ en NH₄⁺, el cual se incorpora inmediatamente a compuestos orgánicos (aminoácidos). Es un proceso exclusivamente biológico realizado solo por algunos organismos procarióticos que poseen la enzima Nitrogenasa (Nasa) conocidos como diazótrofos, es decir consumidores de N₂ (di=dos; azoto=N; trofo=comer). La mayoría de los organismos diazótrofos tienen metabolismo quimio-órgano-heterótrofo (aeróbicos y anaeróbicos), aunque también hay organismos foto-lito-autótrofos (oxigénicos y anoxigénicos).

La FBN es un proceso reductor que consume gran cantidad de energía (se estima entre 12 a 24 ATP por mol de N₂ fijado) por lo que constituye una vía metabólica alternativa para los microorganismos: solo la realizan si no tienen otras fuentes de N que requieran menor costo energético, por ej. NH₄⁺.



La fijación simbiótica de nitrógeno en rhizobios se lleva a cabo en los bacteroides que se encuentran en el citoplasma de las células del nódulo.

La ecuación para la fijación del nitrógeno, puede ser la siguiente:



Esta reacción es catalizada por **la nitrogenasa, enzima altamente conservada en todos los fijadores de nitrógeno**. La enzima produce la ruptura de las ligaduras del nitrógeno a presión y temperatura normal, para ello utiliza la energía metabólica del ATP. Se estima que 1 Ton MS.ha⁻¹ de *Melilotus* es capaz de fijar 36 Kg N₂.ha⁻¹.

Las plantas de *Melilotus* presentan una alta capacidad nodulatoria (68 a 95%) y actividad nitrogenasa (alrededor de 1.81 mmolC₂H₄.plant⁻¹.h⁻¹) en diferentes ambientes productivos.

La ventaja principal de incluir leguminosas en la mezcla forrajera radica en que las especies de esta familia en simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium*, pueden autoabastecerse de N₂ y a su vez generar un ambiente más rico en este elemento para la gramínea acompañante. La fijación simbiótica de N₂ es un proceso de mutuo beneficio. La planta provee el ambiente adecuado para que la bacteria (*Rhizobium sp.*) reciba hidratos de carbono y la bacteria reduce el N₂ a iones amonio aprovechables para la planta. El proceso es muy importante ya que puede proveer un alto porcentaje del N total requerido por las leguminosas.

Las especies del género *Melilotus* son una importante fuente de forraje como de abono verde y se conocen que son capaces de formar nódulos radiculares fijadores de nitrógeno en simbiosis con *Sinorhizobium meliloti* (de Lajudie *et al.*, 1994). El esquema de nodulación se describe en la Figura 24.

Las especies del género *Melilotus* son una importante fuente de forraje y abono verde y se conocen que son capaces de formar nódulos radiculares fijadores de nitrógeno en simbiosis con *Sinorhizobium meliloti* (de Lajudie *et al.*, 1994). El esquema de nodulación se describe en la Figura 24.

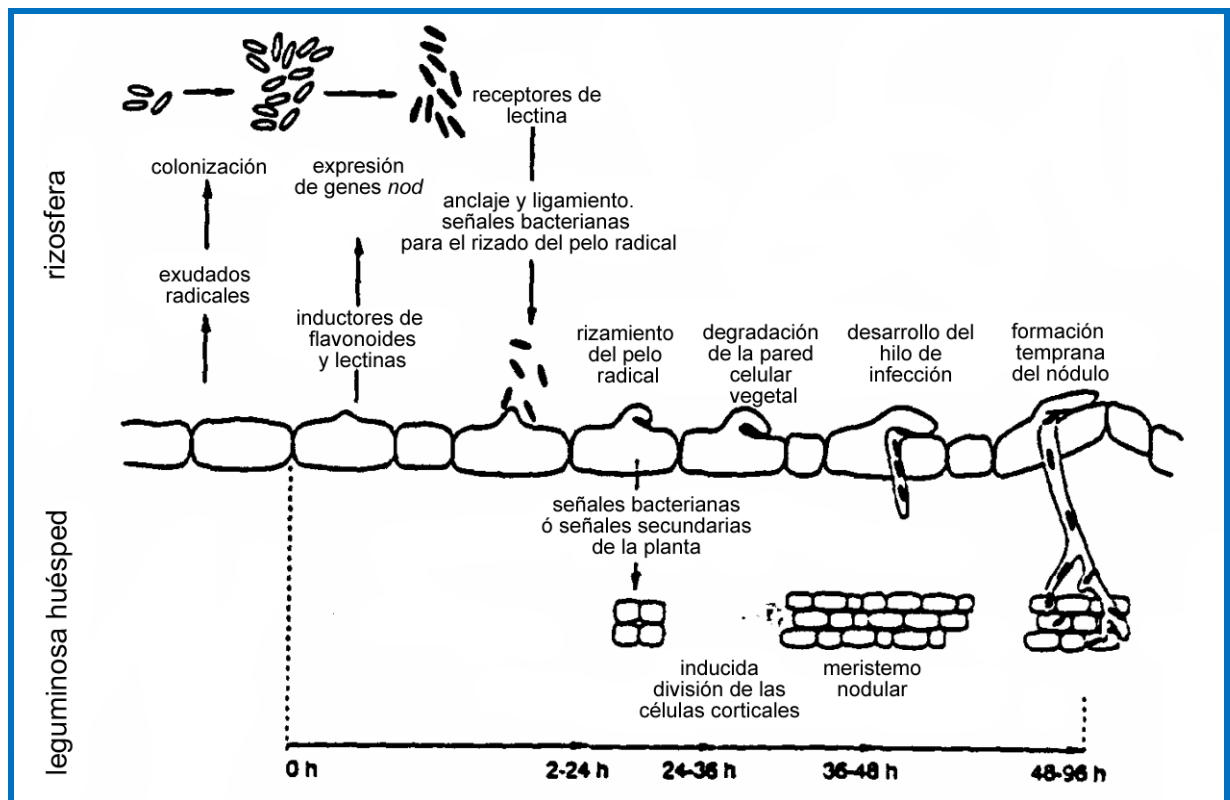



Figura 24: Proceso de formación de nódulos de *Sinorhizobium meliloti*.

Sinorhizobium meliloti es una bacteria gram negativa y simbiótica que fija el nitrógeno atmosférico. Establece relaciones simbióticas con plantas leguminosas de los géneros *Medicago*, *Melilotus* y *Trigonella*, incluyendo al organismo modelo *Medicago truncatula*.

Estudios de genómica comparativa entre estos géneros pusieron en evidencia que el proceso evolutivo sufrido por las bacterias que se asocian con plantas evolucionaron expandiendo su genoma principalmente debido a la transferencia horizontal de DNA, así como también a una alta tasa duplicación génica. El incremento en el número de genes condujo a una gran diversidad en el contenido y organización de los mismos dentro del genoma de los rizobios, así como también en la adquisición de nuevas funciones adaptativas en vida libre (Batut *et al.*, 2004).

Numerosos trabajos indican que la planta controla la tasa de infección, la distribución de la misma, y cuantas de las infecciones progresan a nódulos fijadores de nitrógeno mediante la activación de muchas funciones descritas durante las respuestas de hipersensibilidad que desencadenan los patógenos (Figura 25).

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	56
--	---	----

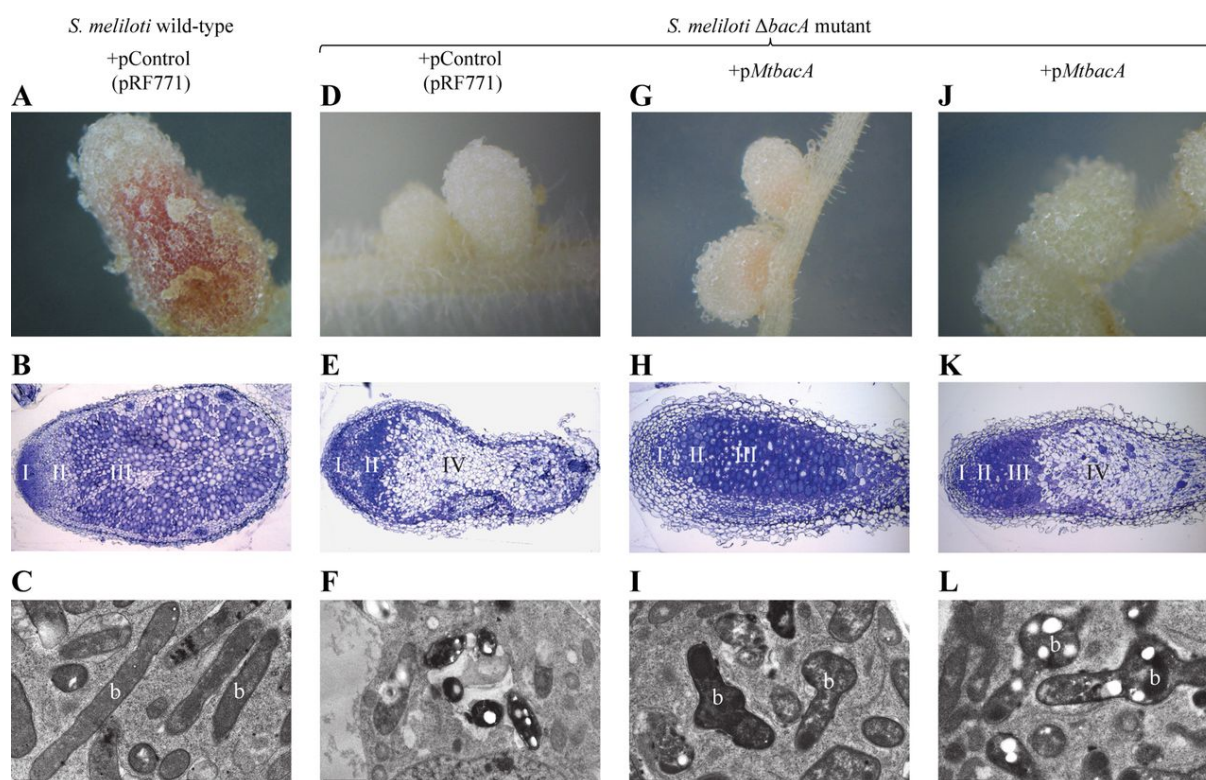


Figura 25: Capacidad nodulatoria de *Melilotus-S. meliloti* y mutantes antinodulares.

Lo ideal es proceder a la inoculación de las semillas con cepas de rizobios altamente infectivos y probadamente eficientes mediante inoculación convencional, semilla peletizada o bien preinoculación y peletización. Las dos últimas alternativas, al aumentar el tamaño de la semilla, facilitan su manipulación y siembra. A la par de lograr mejores nodulaciones.

Se considera que la capacidad de *Rhizobium* para persistir en el suelo en la presencia o ausencia de una leguminosa es una de las propiedades consideradas esenciales para ser usadas como inoculantes.

El éxito de la relación *Rhizobium*-leguminosa dependerá principalmente de la persistencia de las cepas y de su habilidad para competir con poblaciones de rizobios ya establecidas en el suelo. Por ello son importantes los estudios de recuperación e identificación de cepas en nódulos de aparición espontánea en siembras sin inocular.

Nodulación: Posee una buena capacidad de fijación biológica de nitrógeno (**FBN**) merced a su nodulación con cepas de *Rhizobium* autóctonos (Figura 26), llegando según algunos autores hasta los 200 Kg de $N_2 \cdot ha^{-1}$.

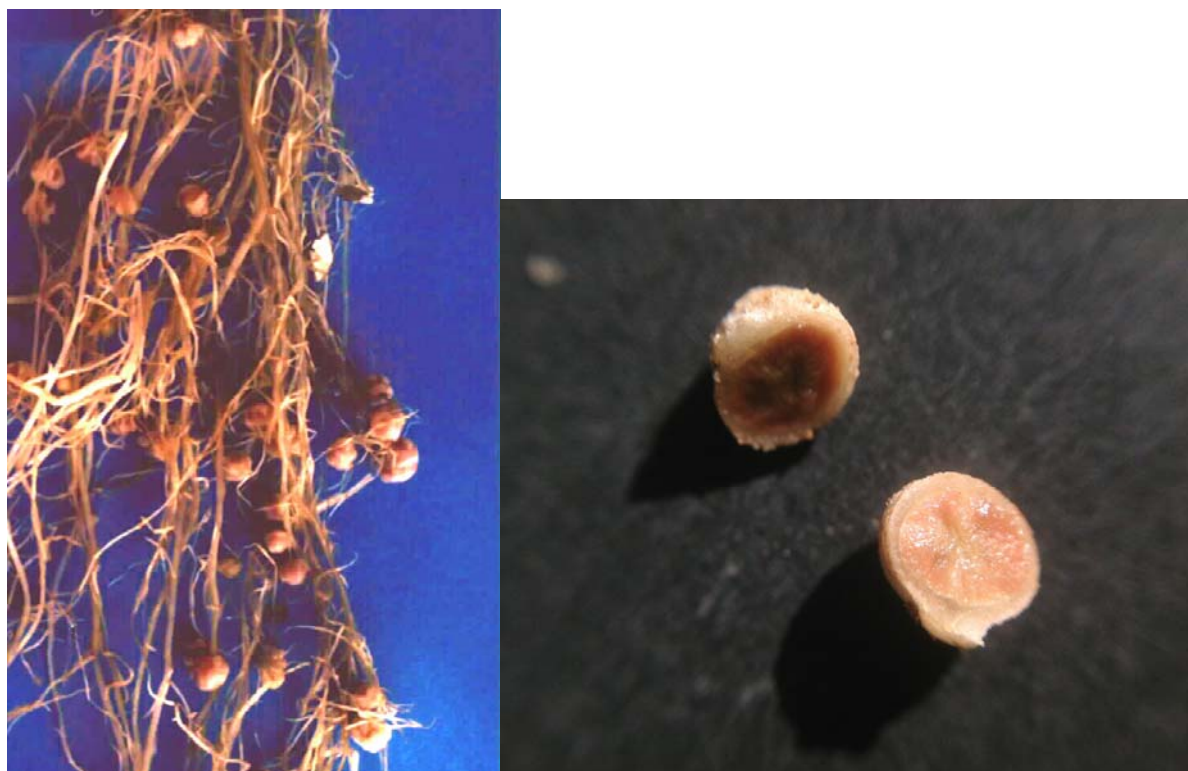


Figura 26: Nódulos en *Melilotus* y nódulos efectivos (rosados) con leghemoglobina.

Hongos Micorrícicos Arbusculares.

En gran parte de los pastizales del Nordeste Argentino el contenido de fósforo edáfico no alcanza a cubrir las necesidades nutricionales de las especies forrajeras, especialmente de las leguminosas que aportan nitrógeno al sistema e incrementan la cantidad y calidad del forraje. Para su implantación es necesaria la realización de fertilizaciones fosfatadas. A su vez, la simbiosis con hongos micorrícicos incrementaría la capacidad de las leguminosas para absorber fósforo

Se evaluó la fertilización fosfatada (P0: sin fertilizar y P1: fertilizado con el equivalente a 100 Kg de P.ha⁻¹) e inoculación con hongos micorrícicos (I-: sin inocular e I+: inoculado con *Glomus mosseae*, *G. intraradices* y *G. hoï*).

La producción total de biomasa se incrementó significativamente como resultado de la interacción entre fertilización e inoculación. La biomasa aérea no tuvo respuesta al agregado de P. En P1, la inoculación produjo un incremento significativo en la biomasa aérea, siendo 70% superior a los tratamientos sin fertilizar y 100 % superior al tratamiento fertilizado sin inocular. En la biomasa radical no hubo incidencia de los tratamientos. La relación biomasa aérea: biomasa radical en los tratamientos sin



inocular fue en promedio 1,5 mientras que, en los inoculados, la relación fue de 1,8 y 2,1 en P0 y P1 respectivamente (Figura 27).

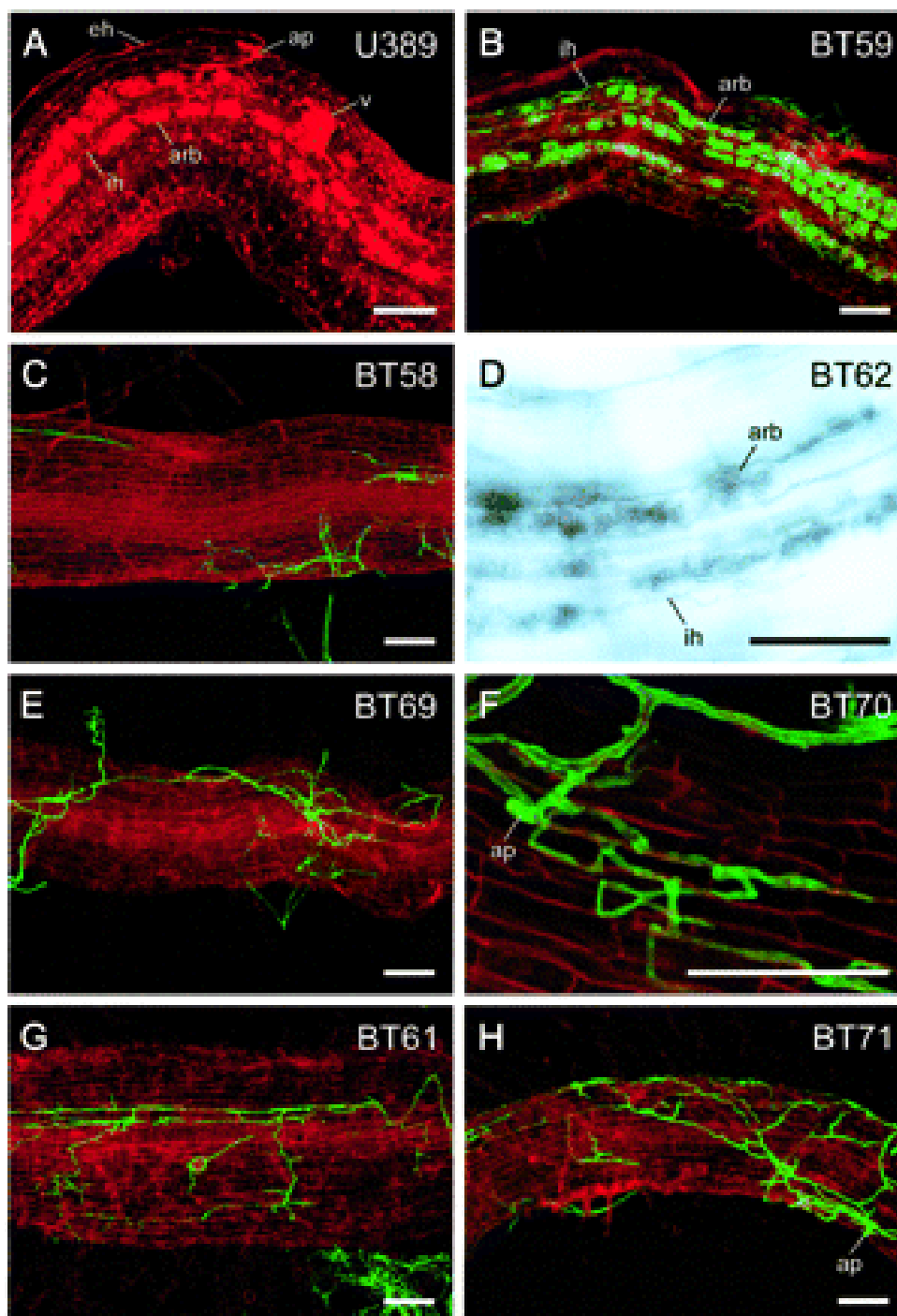


Figura 27: Inoculación de *Melilotus alba* tipo salvaje y 2 sym mutante con hongo micorrízico arbuscular *G. intraradices* (Lum *et al.*, 2002).

En P11+, la parte aérea constituyó prácticamente el 70% de la biomasa total. *M. alba* manifestó dependencia micorrízica a mayor nivel de fertilización fosfatada. En esta



situación, la inoculación con hongos micorrícicos incrementó la producción de biomasa aérea. Las plantas inoculadas destinaron más recursos a la producción de biomasa aérea (Hack *et al.*, 2009).

Producción y Calidad de Semilla.

La semilla es, en general, la fase de la vida de la planta que está mejor adaptada para resistir las condiciones ambientales adversas. Su metabolismo está casi detenido, gracias al muy bajo contenido hídrico que presentan sus tejidos durante su formación y maduración. La semilla es además uno de los más eficaces elementos de dispersión de la especie, tanto en el tiempo como en el espacio.


El potencial de producción de semillas tanto de *Melilotus albus* como de *Melilotus officinalis* es mucho más alto que la producción actual. El Índice de Productividad es de 14 al 26%. Las razones para la reducción de la capacidad de producción son: óvulos estériles antes de la polenización debido tanto a factores genéticos como fisiológicos; parte de las flores permanecen sin polenizar y sus óvulos son infértiles/estériles; destrucción de los óvulos fértiles fecundados por factores genéticos de diferentes tipos de *Melilotus*.

Dentro de la inflorescencia, la fertilidad del polen es variable y depende de la posición de la flor en la misma. Por lo general, la mayor fertilidad se observa en la región central de la inflorescencia y decae hacia el ápice. Lo que indica que hacia el final del ciclo floral se reduce la capacidad fecundativa del polen (Kolyasnikova, 2013).

Producción de semillas.

En la región del NOA, la floración se extiende desde Septiembre hasta Enero, variando por zonas y disponibilidad de agua. En áreas protegidas de las heladas y con resiembra natural, puede florecer en forma anticipada.

Produce una abundante cantidad de semillas (100 - 250 Kg.ha⁻¹) y se perenniza por resiembra natural o inducida (escarificación de campos con rastras de discos o cinceles). La semilla es de germinación extendida en el tiempo, merced al elevado porcentaje de semilla dura (semilla viable con tegumento impermeable que germina en distintas épocas o bien años).

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	60
--	---	----

La capacidad de producción y calidad de semilla obtenida en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán se muestra en el Cuadro 17 (Toll Vera *et al.*, 2009).

Cuadro 17: Capacidad de Producción (Kg.ha⁻¹) y Calidad de Semilla (PG%) para Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus*), Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero. (Toll Vera *et al.*, 2009).

AÑOS	Rendimientos Kg. Semilla.ha ⁻¹	Germinación	
		EG (%)	PG (%)
1	180	72 a	91 a
2	128	74 a	93 a
3	135	75 a	90 a

*Valores con letras distintas, discrepan estadísticamente $p < 0.05$


Se observa que existieron diferencias altamente significativas entre Años en la capacidad de producción de semillas. La productividad seminal estuvo ligada a los volúmenes de forrajes logrados en el 3° Corte (Cuadro 14) de cada año analizado.

Independientemente de los rendimientos obtenidos (Kg semilla.ha⁻¹), la calidad de la semilla cosechada fue muy buena (EG= 73% y PG= 91%) y no discrepó entre los años de evaluación.

La producción de semilla bajo las condiciones de suelos del presente ensayo (CE 17,4 dS.m⁻¹) actúa a manera de selección masal ya que se cosechan solamente las plantas que demostraron capacidad de sobrevivencia y productividad.

ELABORACIÓN DE RESERVAS.

La difusión de las rotoenfardadoras llevó a incrementar el empleo del cultivo del Trébol de olor blanco como una fuente de heno para las épocas de carencias forrajeras. Sobre este particular, el heno de *M. albus* posee excelentes características nutricionales pero se deben extremar los cuidados en el almacenamiento. Se ha verificado que los henos afectados y/o expuestos a la humedad desarrollan conjuntos de hongos que tornan a la cumarina altamente tóxica para los animales, muy especialmente para las categorías más livianas (terneros) (Ver CUMARINAS, pág. 63).

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	61
--	---	----

Banco de Germoplasma en Argentina.

El Banco Activo de Germoplasma de la EEA INTA Anguil comprende 344 entradas de *Melilotus officinalis* y *Melilotus albus* de una colección enviada por el Dr. Burson, Regional Plant Introduction Station, proveniente de Temple, Texas, USA.

Mejoramiento Nacional.

El Programa de mejoramiento genético en *Melilotus albus*, (leguminosa alternativa para zonas con limitantes) que se lleva a cabo en el INTA e involucra el trabajo en red de 4 estaciones experimentales: Pergamino, Manfredi, Concepción del Uruguay y Rafaela.

Iniciado en el año 2012, el Programa tiene como objetivo desarrollar materiales de *Melilotus* de incrementada foliosidad y floración más tardía, a la vez que conserve una producción de forraje en buena cantidad y calidad. El germoplasma base para el programa está constituido por colectas de materiales adaptadas de distintas regiones del país.


Las evaluaciones sucesivas permitieron la selección de los mejores materiales que actualmente se entrecruzan e intercambian entre las Estaciones Experimentales participantes, con el objeto de lograr líneas con mejores características forrajeras.

ABONO VERDE

La utilización de las leguminosas como abono verde ha sido uno de los recursos adecuados desde la antigüedad para mantener la fertilidad del suelo en forma de fertilizantes orgánicos (Baruco, 1970). Esta práctica consiste en sembrar plantas herbáceas con el exclusivo fin de incorporarlas al suelo, las cuales traen como consecuencia un incremento de la materia orgánica, aumento en la permeabilidad, adición de nitrógeno, fomenta la granulación aumentando la adsorción del agua, reduce la erosión y disminuyen los escurrimientos de agua en el suelo.

Romero y Ruíz (2001) observaron incrementos importantes en los rendimientos de Triticale cuando como cultivo previo se utilizó *Melilotus*, alfalfa o alfalfa+festuca enterrados. Los incrementos de rendimiento de forraje y grano fueron equivalentes a los obtenidos con niveles de fertilización nitrogenada entre 130 y 150 Kg N₂.ha⁻¹.

Para determinar el efecto de la incorporación del trébol blanco de olor (*Melilotus*

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	62
--	---	----

albus), como abono verde, en el suelo sobre la producción de la materia seca y del rendimiento de sorgo granífero se realizó un ensayo en San Bernardo (Chaco) en la campaña 2000-01. Los tratamientos fueron distintas dosis de incorporación de *Melilotus albus* (T0= 0 tn.ha⁻¹, T1= 10 tn.ha⁻¹, T2= 15 tn.ha⁻¹, T3= 20 tn.ha⁻¹). La incorporación al suelo del material verde se realizó 50 días antes. La producción de materia seca (PMS) incrementó con las fechas de corte (FC).

La producción de granos (PG) en los distintos tratamientos presentó diferencias entre los tratamientos y el testigo, siendo el T2 (10267 Kg.ha⁻¹) el de mayor registro superando en un 7,7% y 24% a T3 y T1 respectivamente. Al relacionar la PMS y PG muestra que existe una linealidad positiva entre ambas variables, incrementando 17,71 Kg.ha⁻¹ de grano por unidad de PMS (Fernández y Kardasz, 2002).

Se evaluó el efecto de la utilización de leguminosas anuales (*Melilotus albus* Desr. y *Vicia villosa* Roth) como abono verde sobre las condiciones de fertilidad del suelo y la producción de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) de los cultivos subsiguientes en suelos franco arenosos de fertilidad media (2,4 % MO) típicos de la Región Semiárida Pampeana. Se realizaron 3 ensayos: 1) Efecto de manejos alternativos de un cultivo de *Melilotus albus* utilizado como abono verde; 2) igual que Ensayo 1, utilizando *Vicia villosa*, y 3) Efecto de la incorporación al suelo como abono verde de diferentes cantidades de biomasa aérea de dos leguminosas anuales (*Melilotus albus* y *Vicia villosa*). En los ensayos 1 y 2 hubo un efecto positivo del abono verde sobre la producción de MS y PB de cultivos de centeno subsiguientes. Además, el nivel residual de nitratos en el suelo fue mayor en los tratamientos con abono verde que en el testigo. Estos nutrientes posiblemente sólo pudieron ser aprovechados parcialmente por el centeno debido a limitaciones hídricas durante el ciclo de este cultivo. En cuanto al contenido de MO, no hubo diferencias entre tratamientos (Fontana, 2014).

La sucesión *melilotus* AV/algodón o *Vicia villosa* AV/algodón no fue tan productiva como la del caupí. En el caso de *Vicia*, además, como se hicieron menos lotes y menos superficie por lote, se dispone de menos datos controlados para presentar. En lotes donde se hizo la sucesión *melilotus* AV/algodón, cuyas superficies fueron muy variables (entre 0,5 y 5,0 ha) se obtuvo un rendimiento máximo de 2.900 Kg.ha⁻¹ de algodón en bruto, o, unos 870 Kg.ha⁻¹ de fibra, considerando un 30% de



rendimiento al desmote. Esta sucesión mostró, también, una tendencia al incremento en el rendimiento de algodón, a medida que se la mantenía en el tiempo, siendo superior el obtenido en el tercer año consecutivo que el conseguido en el primer año.

En los lotes sin AV el rendimiento medio estaba, como máximo, en unos 2.000 Kg.ha⁻¹ de algodón en bruto, o, unos 600 Kg.ha⁻¹ de fibra. Como resultaba más sencillo y barato obtener, en la zona, semilla de *melilotus* antes que de Vicia, el uso de ésta se fue abandonando en poco tiempo. A ello contribuyó, como otro factor importante, el que los productores medianos tenían un conocimiento mucho más alto de la tecnología de siembra, implantación y manejo del *melilotus* (Jover, 2003).

CULTIVO DE COBERTURA.

El uso de cultivos de cobertura de diferentes especies puede reducir la interferencia de las malezas con el cultivo principal dado que genera condiciones microclimáticas de temperatura, humedad y radiación capaces de alterar el patrón de emergencia de malezas mediante la presencia de micrositios diferenciales. A la par reducen la erosión del suelo y aportan materia orgánica al suelo.

Trabajos realizados en Córdoba (Zamar *et al.*, 2000) establecieron que los residuos de *Melilotus* no modificaron significativamente la instalación de plántulas y tuvieron solo una tendencia a controlar las especies perennes.

MIELES

Melilotus albus, el elemento más abundante en las muestras de la región chaqueña analizadas (Foto 10), es una especie cosmopolita y aparece en mieles producidas en otras regiones del país (Costa de Bringas, 1982; Costa *et al.*, 1995; Tellería, 1996 ayb; Naab 1993; Forcone y Tellería 1998), por lo tanto no contribuye a caracterizar como regionales a estas mieles. Las características fisicoquímicas que se destacan en estas mieles (Avallone *et al.*, 2002) son consistentes con este origen floral.


	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	64
--	---	----



Foto 10: Abeja (*Apis mellifera*) en visita a inflorescencia de *Melilotus spp.*

El análisis melitopalínológico permite caracterizar las mieles por su origen botánico y regional (Louveaux *et al.*, 1978). La frecuencia de aparición de los distintos tipos polínicos permite tipificar como monoflorales aquellas donde una especie predominante brinda características fisicoquímicas y organolépticas constantes al producto (Accorti *et al.*, 1986).

Las abejas melíferas son generalistas, y utilizan la flora seleccionando las especies no sólo por su disponibilidad y abundancia, sino por la calidad del néctar, prefiriendo aquellas que son más redituables en función del balance energético de la colonia y cuyo polen contiene mejores elementos nutritivos (Foto 10) (Basilio, 2000). Por esta razón, en zonas de vegetación nativa, se obtienen mieles de características locales que en la región de estudio son poco conocidas.

MIEL DE TRÉBOLES (*Trifolium sp*): Es aquella en cuya composición se encuentran presentes pólenes de *melilotus*, alfalfa (*Medicago sativa*) y lotus, en su conjunto alcanzando un valor mínimo de CUARENTA y CINCO POR CIENTO (45%). SAGyP N° 1051/94)

INVASIÓN BIOLÓGICA.

La familia *Fabaceae* (= Leguminosas) incluye la mayor cantidad de especies de plantas invasoras a nivel mundial. Para la República Argentina (Zuloaga *et al.*, 2008) se



han registrado 62 especies pertenecientes a dicha agrupación bajo la categoría de “introducidas”.

Este último término es muy amplio e incluye desde plantas invasoras que forman nuevas comunidades hasta introducciones accidentales.

Melilotus albus Desr.

Nombre vulgar: “trébol de olor blanco”

Origen: Eurasia, norte de África

Fecha: 1832

Fuente: forrajera, maleza

Dispersión: antropocoria

Categoría: Invasora

Melilotus indicus (L.) All.

Nombre vulgar: “trébol de olor”

Origen: Eurasia, norte de África

Fecha: 1877

Fuente: forrajera, maleza, mejoradora de suelos

Dispersión: antropocoria

Categoría: Invasora

Melilotus officinalis (L.) Lam.

Nombre vulgar: “trébol de olor amarillo”

Origen: Eurasia, norte de África

Fecha: 1961

Fuente: forrajera, melífera

Dispersión: antropocoria

Categoría: Naturalizada

Melilotus siculus (Turra) B. D. Jack.

Nombre vulgar: “trébol de olor”

Origen: Mediterráneo

Fecha: 1840

Fuente: forrajera, maleza

Dispersión: antropocoria

Categoría: Invasora

Los tréboles de olor han sido introducidos en distintas regiones del mundo pero al igual que muchas otras plantas forrajeras tienen gran potencial biótico, migraron de las áreas originales, se naturalizaron y adaptaron a las distintas condiciones ecológicas para convertirse en importantes invasoras biológicas.

Las semillas caídas son dispersadas por las lluvias y corridas de aguas, así se han constituido en una especie colonizadora de banquinas (Foto 11) y cursos de aguas



en todos los países del mundo. Se ha encontrado que 2/3 de las semillas de *Melilotus alba* eran capaces de flotar luego 15 minutos de permanecer en agua (Turkington *et al.*, 1978).




Foto 11: Banquina y canal de guardia invadido por Trébol de olor Blanco, Leales, Tucumán. Foto JRTV.

Pueden también ser ingeridas por distintos animales, en especial aves, pasar por el tracto digestivo y ser dispersadas en las heces. Migrando así a grandes distancias del cultivo original.

Maleza.

Originalmente se los consideraba una maleza de los cereales invernales dado que cuando llega el tiempo de trilla de éstos, los tréboles de olor permanecen verdes confiriéndole al grano y luego a la harina un desagradable aroma.

La Resolución 1262/2004 (SAGPyA, 2004) establece las Normas de Comercialización de Trigo Pan en Argentina, de donde se extrae:

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	67
--	---	----

4. FUERA DE ESTANDAR:

La mercadería que exceda las tolerancias del GRADO 3 o que exceda las siguientes especificaciones, será considerada fuera de estándar.

4.4. Semillas de trébol de olor (*Melilotus sp.*): OCHO (8) cada CIEN (100) gramos.

4.5 Asimismo, aquel trigo pan que presente olores comercialmente objetables, granos punta negra por carbón, granos punta sombreada por tierra, granos revolcados en tierra, aquel tratado con productos que alteren su condición natural, o que por cualquier otra causa sea de calidad inferior, también será considerado fuera de estándar.

6.2. RUBROS DE CONDICION EXCLUYENTES DEL GRADO.

6.2.6. Olores comercialmente objetables: Son aquellos que por su intensidad y persistencia afectan su normal utilización.

6.2.7. Productos que alteran la condición natural del grano: Son aquellos que resultan tóxicos o perniciosos y que impiden su normal utilización.

7. MECANICA OPERATIVA PARA EL RECIBO DE LA MERCADERIA.


7.2. Olores comercialmente objetables, productos que alteran la condición natural del grano y otras causas de calidad inferior: Se determinarán por métodos empíricos sensoriales.

7.6. Semillas de trébol: En caso que se observen semillas de trébol, se procederá a cuantificarlas a fin de determinar si exceden la tolerancia, de la siguiente manera: se separa una porción no inferior a CIEN (100) gramos representativa de la muestra original obtenida y se zarandea a través de una zaranda similar a la descrita en el numeral 8.2.4.1. siguiendo la misma mecánica que para la determinación de granos quebrados y/o chuzos.

10.3. Rubros de descuento por fuera de condición: las rebajas se calcularán de acuerdo a:

Olores Objetables: desde CERO COMO CINCO POR CIENTO (0,5%) A DOS POR CIENTO (2,0%).

Semillas de Trébol de Olor: DOS POR CIENTO (2,0%) de merma de peso y gastos de zarandeo.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	68
--	---	----

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Debido al avance de los procesos de salinización, gran parte de los suelos del área de riego del Río Dulce (Santiago del Estero) van perdiendo su aptitud para la producción agrícola (especialmente hortícola) y son abandonados en proporción creciente. La producción de carne vacuna puede ser una alternativa. Se utilizó una cadena de pastoreo compuesta por Grama Rhodes (*Chloris gayana*), trébol de olor blanco (*Melilotus albus*), alfalfa (*Medicago sativa*) y sorgo forrajero (*Sorghum spp.*). Se utilizó una carga de 2 cabezas.ha⁻¹ con pesos iniciales de 180 Kg PV y finales de 340 Kg PV con una producción total de carne de 310 Kg carne.ha⁻¹ (Fumagalli *et al.*, 1986).

El ensayo se llevó a cabo en tres campañas con una duración de 260 días y los tiempos de aprovechamiento fueron variables entre años (Cuadro18) (Kunst *et al.*, 1986).


Bajo las condiciones de suelos del ensayo, tanto alfalfa como sorgo forrajero tuvieron problemas de implantación y rebrote por la salinidad y terminaron perdiéndose. Esta superficie significó el avance de Grama Bermuda (*Cynodon dactylon*) que se constituyó en una especie pionera al cubrir los manchones salinos y aportar 500 a 1000 Kg MS.ha⁻¹.

Cuadro 18: Especies forrajeras y cadena de pastoreo en suelos salinizados, Fernández, Santiago del Estero (Kunst *et al.*, 1986).

Forrajera	% tiempo total		
Grama Rhodes	23	47	62
Trébol de olor blanco	25	32	10
Alfalfa	31	9	20
Sorgo forrajero	21	11	8

FITORREMEDIACIÓN

La fitorremediación es un conjunto de tecnologías que reducen *in situ* o *ex situ* la concentración de diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a ellas.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	69
--	---	----

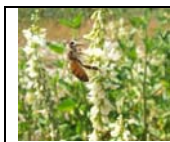
La fitorremediación parecería tener un importante potencial para remediar suelos. Las plantas pueden extraer, filtrar, volatilizar, estabilizar o degradar contaminantes, o bien generar condiciones rizosféricas adecuadas para estimular la degradación microbiana de los mismos, específicamente cuando de compuestos orgánicos se trata. Es por esto que el uso de plantas para absorber, acumular y transformar contaminantes en el sustrato en el que crecen a través de procesos biológicos es una práctica que tiende a incrementarse.

La cuestión más importante a resolver cuando se intenta un proyecto de fitorremediación es la elección de la o las plantas a ser empleadas. Es necesario tener en cuenta una serie de factores como el clima, el suelo, el tipo de raíz, así como cuál es el comportamiento de la planta frente al contaminante. Muchas plantas pueden crecer en ambientes adversos, suelos salinos, valores de pH extremos o condiciones de anaerobiosis transitorias o permanentes y aun así presentar altas tasas de crecimiento.

Los suelos contaminados con petróleo o sus derivados pueden ser remediados a través de diversos métodos, dentro de los cuales se encuentran aquellos que emplean organismos vivos tales como plantas, que poseen la capacidad de mineralizar estos compuestos transformándolos en otros más simples, asimilables a compuestos naturales. Al encarar proyectos de fitorremediación es importante emplear plantas nativas/naturalizadas porque están adaptadas a las condiciones ecológicas particulares de la región.

En el caso de la contaminación del suelo con hidrocarburos, la fitorremediación se basa principalmente en la estimulación de microorganismos rizosféricos que los mineralizan total o parcialmente. Esta técnica puede ser empleada en suelos que están medianamente contaminados con petróleo o sus derivados, representando una alternativa a los tratamientos físicos y químicos (Merkl *et al.*, 2005).

Petenello y Feldman (2012) analizaron el comportamiento como leguminosa de *Melilotus albus* a la presencia de aceite diesel, considerando la germinación de sus semillas, la emergencia de plántulas y la biomasa alcanzada en suelos que contenían 1 y 2 % de aceite diesel, en condiciones experimentales. Todos estos parámetros se vieron afectados con las concentraciones de contaminante empleadas, sin embargo,



las plantas pudieron prosperar demostrando en consecuencia que podrían ser empleadas en proyectos de fitorremediación (Cuadro 19).

Cuadro 19: Porcentaje de germinación de *Melilotus albus* a dosis crecientes de aceite diesel (adaptado de Petenello y Feldman, 2012).

Tratamiento	Germinación %
Testigo	88,80
1%	75,83
5%	79,17
15%	68,33

El agregado de aceite diesel no afectó al número de plántulas de *M. alba* que emergieron y mostró un comportamiento diferencial frente a las mismas.


A los 60 días, la presencia de aceite diesel afectó negativamente la acumulación de biomasa en *Melilotus*, ambas concentraciones de aceite diesel deprimieron el crecimiento con igual intensidad.

El empleo de leguminosas es particularmente interesante dada la capacidad que poseen estas plantas de agregar nitrógeno al sistema contaminado, lo que podría estimular a los microorganismos degradadores (Sangabriel *et al.*, 2006).

TRASTORNOS CLÍNICO-PATOLÓGICOS OCASIONADOS EN BOVINOS POR EL PASTOREO DE MELILOTUS ALBA.

CUMARINAS.

Los *Melilotus* deben su nombre vulgar de **TRÉBOLES DE OLOR** a la presencia de **CUMARINA**, sustancia que cuando se rompen los tejidos libera un olor similar a la manteca rancia. En animales lecheros, cuando los tréboles de olor constituyen parte de su dieta, confieren el olor a la leche y sus subproductos con los consiguientes problemas de rechazo. Por otro lado, la **CUMARINA** mediante hidrólisis en el rumen puede transformarse en **DICUMAROL**, el cual es un potente inhibidor de la **Protrombina**. La Protrombina facilita la coagulación de la sangre en caso de lesiones y su inhibición induce a hemorragias. De allí que no es aconsejable el pastoreo de tréboles de olor por vientres próximos a parir.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	71
--	---	----

Breve historia del descubrimiento del DICUMAROL La casualidad favoreció el descubrimiento de los anticoagulantes orales, cuando un sábado por la tarde del mes de Febrero de 1933, durante una furiosa tempestad, un granjero de nombre Ed Carlson, del estado de Wisconsin se dirigió desolado a la Estación Experimental de Madison para informar de la merma de su ganado causada por la enfermedad del trébol dulce. Al encontrar la Estación cerrada se dirigió, por error, al edificio destinado a Bioquímica que dirigía Link, mostrándole un ternero muerto cubierto de hematomas, un jarro de leche teñido de sangre y 100 libras de trébol dulce del que se alimentaba su ganado. Este insólito encuentro motiva a Link a estudiar el mecanismo de intoxicación producido en los animales por el trébol dulce y, especialmente, el mecanismo de la diátesis hemorrágica. El 28 de Junio de 1939, su ayudante Harold Campbell obtuvo la forma cristalina del agente que producía la hemorragia en el ganado. Esperó dos días antes de dar a Link un vial, informando posteriormente ambos de su descubrimiento, en 1940. Sus colegas NA Stahman y CD Huebner descubren su composición química, 3-3' metilén[bis- (4-hidroxicumarina), dándole el nombre de dicumarol, por sus dos grupos cumarínicos. Estos estudios hicieron de los cumarínicos, además de su utilidad como raticida, uno de los agentes más utilizados en el seno de la familia de los anticoagulantes orales. El misterio de porqué el trébol dulce se alteraba sólo cuando se estropeaba, estaba aún por resolver. Link vio que ninguno de los 60 productos cumarínicos naturales, incluyendo la propia cumarina, eran patógenos. Sin embargo, si eran oxidados y se unían a otra molécula de cumarina catalizando esta reacción con *Aspergillus*, hongo responsable del enmohecimiento del trébol, se formaba el dicumarol con efectos anticoagulantes, por lo que se le llamó dicumarina⁵⁷ R6. Nadie sabía hasta entonces que el sabor amargo del trébol dulce oxidado era debido a la cumarina, También observó que la vitamina K contrarrestaba la acción del dicumarol. El personal de su laboratorio sintetizó más de 100 componentes, entre ellos los que presentan efecto raticida. Sheel, colega de Link, investigó en 1944 el componente 63, pero Link se centró en el componente 42 (3 - fenilacetil- etil - 4-hidroxicumarina). Lo denominó Warfarina, por ser las tres primeras letras de la **Wisconsin Alumni Research Foundation** (WARF) con el subfijo arina de la cumarina, cediéndole otra vez los derechos de la patente a la Fundación; y ésta, los derechos de Licencia a los laboratorios Lilly, Johibb y Abbot.

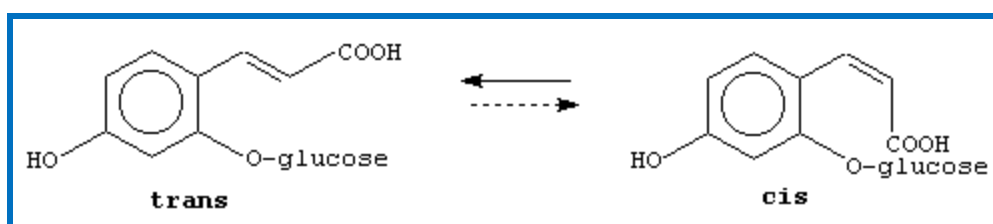


Figura 28: Forma trans y cis

La forma cis es muy inestable, de allí que tenderá a mudar hacia la configuración trans (Figura 28). La glucosa es una de las formas naturales que ayuda a la transformación cis-trans. Se encontró una enzima específica (beta-glucosidasa) en *Melilotus alba* (*Leguminosae*) que específicamente hidroliza el cis-glucósido (Figura



29).

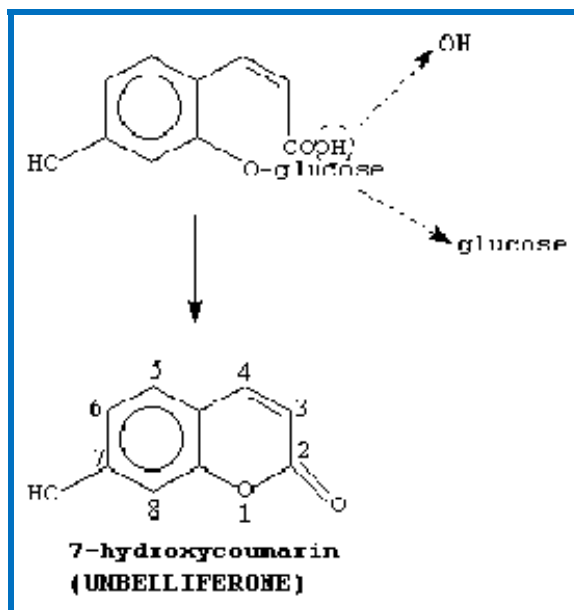


Figura 29: Transformación a hidroxicumarina, vía metabólica.

Este patrón de biosíntesis debe ser seguido por todas las cumarinas oxigenadas en la posición 7.

Las cumarinas de mayor difusión en la naturaleza son umbelliferone, esculetina y scopoletina.

El mecanismo de formación de cumarina en *Melilotus alba* fue demostrado por Stroker y Bellis (1962) (Figura 30).

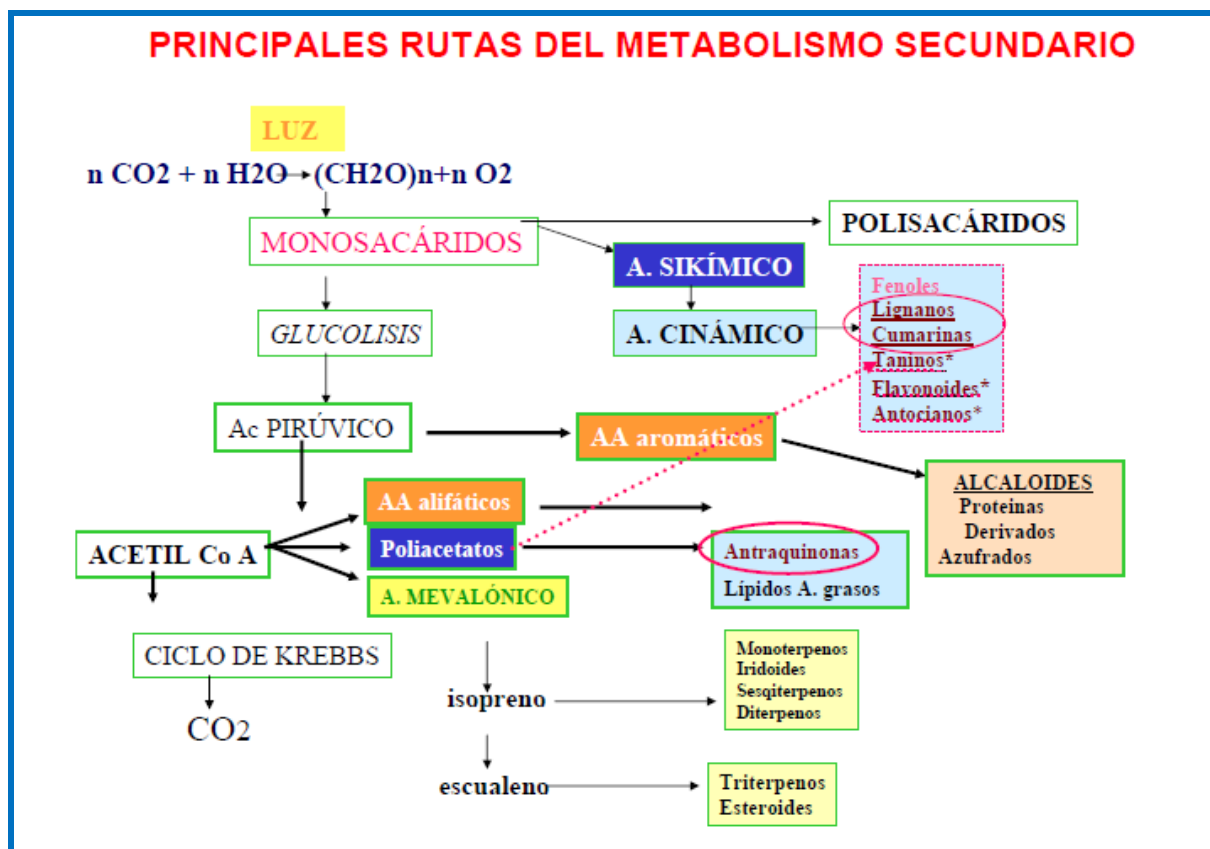


Figura 30: Principales rutas del metabolismo secundario que conducen a la formación de cumarinas (Stroker y Bellis, 1962).

El nivel de **CUMARINA** es variable de acuerdo a las especies:



En general el contenido de cumarina es variable entre las distintas poblaciones y se acepta:

- Baja** concentración de 0,0% a 0,113%
- Moderada** concentración de 0,332 a 0,753%
- Alta** concentración $\geq 0,800\%$

XIII.2.1. Sintomatología.

La capacidad del *Melilotus* para producir manifestaciones clínicas, depende en gran parte, del contenido de **dicumarol**, así como de la edad del animal que la ingiere.



Los animales jóvenes luego de dos semanas de consumo muestran síntomas de enfermedad mientras que, los animales adultos requieren como mínimo un mes.

Aparato locomotor: marcha dificultosa e incierta, cojera (paresia). Se cree que ello es debido a hemorragias en los músculos y articulaciones.

Tejido sanguíneo: disminución apreciable del número de glóbulos rojos y bajo poder de coagulación de la sangre, severas hemorragias, hematomas subcutáneos provocados por la sangre que se escapa a través de los vasos y se deposita debajo de la piel. Luego, generalmente ocurre la muerte del animal, que está precedida de un debilitamiento progresivo debido a las hemorragias excesivas.

Aparato respiratorio: epistaxis moderada intermitente, con mayor frecuencia en animales jóvenes.

Aparato digestivo: pueden producirse hemorragias dando lugar a heces bituminosas o manchadas con sangre (melena).

Las lesiones más típicas que se observan en esta intoxicación son las hemorragias, que se constatan con palpación y presión de la zona donde se asienta.

XIII.2.2 Tratamiento.


Administrar coagulantes como vitamina K, 25 a 50 mg (animales grandes) que se repite cada 12 horas por vía intramuscular.

A la ración pueden agregarse hojas de alfalfa fresca y de repollo como refuerzo de vitamina K.

DEFICIENCIA CONDICIONADA O SECUNDARIA.

En la Argentina el 90 al 95% de los casos clínicos de hipocuprosis bovina corresponden a una carencia condicionada debido al exceso de Molibdeno (Mo) y Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$) en pasturas y/ o agua de bebida (García Calderón *et al.*, 1994).

El Mo ha sido el factor de interferencia más estudiado, posiblemente por ser el responsable de los cuadros más graves de hipocuprosis y los primeros en ser registrados (Phillippo, 1983; O`Dell, 1997). El Mo provoca su interferencia interactuando con el Azufre (S) ingerido, el cual se convierte a nivel ruminal en sulfuro, que al unirse al Mo forma tiomolibdatos (TMs).

	<p style="text-align: center;">Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero</p>	<p style="text-align: center;">75</p>
--	--	---------------------------------------

Según el número de átomos de S en la molécula, los TMs se denominan mono, di, tri o tetratiomolibdatos. Los dos últimos complejan al Cu y se unen a material particulado y a proteínas de alto peso molecular, perjudicando su absorción (Suttle, 1991). Parte de los TMs son absorbidos en intestino y ejercen un efecto sistémico sobre el organismo. A nivel plasmático complejan al Cu y lo unen a la albúmina en una posición anómala, creando una fracción de Cu plasmático que ya no es disponible para los tejidos. Por otra parte, los TMs absorbidos aumentan las pérdidas orgánicas de Cu principalmente por bilis y secundariamente por orina (Gooneratne *et al.*, 1989). La interferencia del Mo parece depender, más que de su concentración absoluta en la dieta, de la relación Cu:Mo y se ha sugerido que ésta debe ser mayor a 2:1 para evitar la deficiencia condicionada (Phillippo, 1983).

Varios trabajos han demostrado que altas concentraciones de Hierro (Fe) en la dieta reducen las concentraciones de Cu hepático y plasmático. Estos efectos se han informado con concentraciones de Fe de 581 y 1200 ppm (MS) (Campbell *et al.*, 1974), 800 ppm (MS) (Humphries *et al.*, 1983), 600 ppm (MS) (Gengelbach *et al.*, 1994) y con apenas 250 ppm (MS) (Bremner *et al.*, 1983). El mecanismo exacto de interferencia del Fe no ha sido bien aclarado, pero podría estar relacionado con la formación de sulfuros de Fe en el rumen, que se solubilizan en el abomaso favoreciendo la formación de CuS, no disponibles para su absorción (Suttle *et al.*, 1984).

En el establecimiento “Los Charabones”, Fortín Chilcas, Depto. Vera, Santa Fe se detectaron dos problemas: uno caracterizado por la aparición de fracturas espontáneas en animales que pastoreaban indistintamente *Melilotus*, Grama Rhodes (*Chloris gayana*) o en campo natural (González Pondal *et al.*, 1975) y el otro, por la presencia de síntomas nerviosos (envaramiento e incoordinación) provocados aparentemente por el “efecto tóxico” del *Melilotus* (Jaeschke *et al.*, 1977).

Existía una severa deficiencia de cobre provocada por el exceso de molibdeno donde se informaron valores de 10 a 40 ppm molibdeno en potreros problemáticos, y sulfatos que interfieren en la utilización del cobre mediante la formación de tiomolibdato de cobre, compuesto altamente insoluble. La administración de cobre inyectable produjo efectos favorables en la ganancia de peso e índice de preñez.

Son signos característicos de la hipocuprosis en todas las categorías de animales:



Alteraciones del Pelaje

ACROMASIA: Falta de pigmentación
 ARRATONAMIENTO DE LA CAPA PILOSA
 ANTEOJERAS DE COBRE
 ALTERACIONES FÍSICAS del PELAJE
 PELO ASPERO Y MAL ASPECTO

Diarrea y Pérdida del estado General

Debida a atrofia de las vellosidades y mucosa intestinal por menor actividad de la enzima cobre dependiente citocromo-c-oxidasa.

Anemia por Disminución de Síntesis de Hemoglobina

Al disminuir el Cu sérico, la síntesis hepática de ceruloplasma (metaloenzima cobredendiente) decrece, afectando la utilización del hierro, dado que su función enzimática se relaciona con la movilización y oxidación del hierro depositado en tejidos para ser utilizado por la médula ósea.

Menor Resistencia a Infecciones

MAYOR SUSCEPTIBILIDAD A QUERATOCONJUNTIVITIS

Trastornos Óseos y Articulares

La lisil-oxidasa, enzima que contiene cobre, se encuentra involucrada en el mantenimiento de la integridad estructural de tejidos óseos y/o vasculares.

FRACTURAS OSEAS ESPONTANEAS Y RENGUERAS

HUESOS FINOS Y ENGROSAMIENTO DE CARTILAGOS EPIFISIARIOS

REDUCIDA ACTIVIDAD OSTEOLASTICA

En terneros es más común y visible la deformación articular, ("rodillas hinchadas") y el envaramiento de los miembros posteriores.

En vaquillonas de 2- 3 años de edad, se observan claudicaciones, "manqueras" y "rengueras", que pueden evolucionar, si no se cambia de potrero o se suplementa, hasta producir fracturas espontáneas de húmero o miembros posteriores.

Alteraciones Cardiovasculares


FIBROSIS DE MICOCARDIO

Degeneración progresiva del miocardio con fibrosis, que conduce a muerte súbita por falla cardíaca ante estrés o ejercicio moderado

Menor Ganancia Diaria de Peso y Peso al Destete

Se deben a la presentación de episodios diarreicos y a los cuadros de anorexia, debidos a la falta de cobre en el organismo.

La hipocuprosis subclínica, muchas veces pasa inadvertida, pero produce pérdidas económicas por disminución de los aumentos de peso, especialmente en animales jóvenes (Suttle *et al.*, 1980). Al suministrar Cobre, se incrementan los niveles de superóxido dismutasa, y esto explicaría el aumento en la tasa de crecimiento de animales suplementados con Cobre.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	77
--	---	----

TRATAMIENTO / SUPLEMENTACION CON COBRE EN ANIMALES JOVENES.

"Los compuestos inyectables de Cobre de liberación lenta, tipo glicinato o edtato de cobre son un avance indiscutible en el manejo práctico de la deficiencia" (Corbellini y Carrillo, 1985).

El uso de CUPRILAC-E en terneros, aplicando una dosis de 2-3 ml (25 mg/ 100 Kg PV de EDTA CaCu cada 60 días) por vía subcutánea, mantiene la concentración normal de cobre en sangre por un período de 3 a 5 meses, y aumenta las ganancias diarias de peso, logrando un mayor peso al destete.

Animales tratados con cobre por primera vez a los 5 meses de edad, responden mejor que los tratados por primera vez al destete, sugiriendo que el efecto negativo de la deficiencia no se recuperaría con tratamientos tardíos. Los terneros deben recibir la primera dosis a los 3 meses de vida y una segunda dosis al destete. La respuesta al tratamiento con cobre, medida en ganancia de peso, fue similar cuando se trataron las vacas durante el último tercio de la preñez que cuando se trataron sólo los terneros, o la combinación de ambos tratamientos.

Asimismo se ha informado que en ausencia de manifestación clínica de la deficiencia, la administración de cobre a las vacas preñadas aumentó el peso al destete de los terneros, comparados con terneros al nacer, pero cuyas madres no recibieron suplementación con cobre.

TRATAMIENTO/SUPLEMENTACION CON COBRE EN ANIMALES ADULTOS

La administración parenteral de Cu en forma de complejos orgánicos (EDTA, glicinato, metionato), ha demostrado ser efectiva para prevenir la deficiencia de Cu y sus signos clínicos (Hidiroglou, Ivan y McDowell, 1990).

EMPASTE

Es una especie con poder timpanizante similar o mayor a alfalfa, motivo por el cual, su mayor aprovechamiento es en consociaciones varias. Sin embargo en el momento de su pico productivo, en la región del NOA, los cereales invernales decaen en su producción y las pasturas subtropicales todavía no rebrotan. Se torna dominante en el forraje ofrecido y se deben adecuar tanto la carga animal como el momento de ingreso al lote a pastorear.



MELILOTUS OFFICINALIS - TREBOL DE OLOR AMARILLO ANUAL

Son plantas más bajas, menos erectas y más foliosas (mejor relación tallo/hoja) que *M. albus*.

Es una especie que tolera muy bien las heladas como los calores y si bien presenta las mismas características de adaptabilidad a condiciones de suelos que *M. albus*, posee un sistema radicular menos profundo. La isohieta de 800 mm marca el límite para su difusión; siendo por ello una especie menos rústica que *M. albus*.

Hábito de crecimiento: De porte erecto y semirastrero, ramificado, pudiendo alcanzar 2 m de altura.


Sistema radicular: Presenta un eje principal pivotante, grueso con algunas ramificaciones. En formas bianuales es más leñosa que las anuales.

Tallos: Son erguidos, ascendentes, en formas bianuales se van lignificando. En la base de los tallos centrales durante el primer año se diferencia una corona, la cual se ubica a nivel o ligeramente por debajo de la superficie.

Las hojas: Son pinado trifoliadas, alternas pecioladas. Los folíolos son subcarnosos, de color verde oscuro a veces glauco, de borde finamente dentado. Su forma puede ser variada, desde redondeados, oblongitudos. Posee estípulas soldadas en la base del pecíolo, son triangulares a subangulares, enteras o dentadas en la base (Foto 11).



Foto 11: Trébol de olor amarillo anual (*Melilotus officinalis*) a-) Detalle de hojas b-) Plantas en inicio de floración.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	79
--	---	----

Inflorescencia: En racimos axilares simples, pedunculados. Las flores son pequeñas, cortamente pediceladas, con cáliz campanulado de 5 dientes casi iguales (Foto 11 b y 12 a). La corola es papilionoidea, blanca o amarilla (Foto 12 b).




Foto 12: a-) Trébol de olor amarillo en floración b-) Detalle vástago floral

El fruto: Es utrículo 1-2 seminado, péndulo, globoso u ovalado. Su pericarpio es de color negruzco a grisáceo.

Las semillas: De forma ovoidal acorazonadas, achatadas. El color varía desde castaño amarillento, rojizo a verdoso. Las semillas poseen un marcado olor a cumarina (Foto 13 a y b). **Peso de 1000:** 1,37-1,8 gr.



Foto 13: a-) Semillas de Trébol de olor amarillo, forma y b-) variación del tamaño de semillas.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	80
--	---	----

Con parte del material recogido en España se desarrolló en EEUU el cv. "Madrid" de *M. officinalis* (Gorz y Smith, 1973).

Ghaderi-Far *et al.* (2010) probaron que la germinación de *Melilotus officinalis* no descendió significativamente cuando la concentración de cloruro de sodio varió entre 0 y 100 mM, pero a partir de allí disminuyó rápidamente con el incremento de esa sal, hasta ser completamente inhibida a la concentración de 300 mM.


En Argentina, para la recuperación de lotes de Pasto Llorón (*Eragrostis curvula*) cv. Tanganyka se probó la interseembra con labranza mínima junto a la incorporación de *Melilotus officinalis* y las mediciones durante los 4 años posteriores mostraron un aumento del forraje del 300% sobre el testigo sin remoción y trébol de olor amarillo anual (Cairne y Castro, 1985).

Los humedales costeros albergan una gran biodiversidad y son vulnerables a disturbios naturales y acciones humanas. Trabajos en la Bahía de Sanborombón (Di Bella *et al.*, 2010) evaluaron el efecto del fuego prescrito y el pastoreo sobre el banco de semillas y el establecimiento de *Melilotus officinalis*. Realizaron un experimento factorial con dos factores: pastoreo (pastoreado-no pastoreado) y fuego (quemado-no quemado). Analizaron el banco de semillas de los primeros centímetros del suelo (n=10) e instalaron parcelas (n=3) en las que sembraron *M. officinalis*; relevaron el número de plantas establecidas luego de un mes de la siembra y evaluaron las propiedades físicas del suelo. En los sitios pastoreados no encontraron semillas de *M. officinalis* en el banco y tampoco plantas luego de la siembra, independientemente del tratamiento de fuego (Cuadro 20).

Cuadro 20: Valores promedios de pH, conductividad eléctrica (CE), porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y emergencia evaluados para cada dosis de yeso (Kg.ha⁻¹) a los 21 días de siembra (adaptado de Martín *et al.*, 2012).

Dosis yeso Kg.ha ⁻¹	Trat	pH	CE (dS.m-1)	PSI	Emergencia (%)
0	1	9,59±0,01	2,03±0,01	32,39±1,27	41,6±20,2
1500	2	9,37±0,01	2,36±0,03	24,11±1,29	61,65±24,6
2500	3	9,09±0,02	2,43±0,02	23,38±1,34	51,65±10,4
5000	4	8,45±0,06	2,62±0,06	21,36±1,16	73,35±13,2
7500	5	7,71±0,06	2,69±0,03	8,89±0,46	56,65±9,8

En los sitios no pastoreados, el banco de semillas fue mayor que en los sitios no quemados y el establecimiento de plantas en los quemados. Por lo tanto, el pastoreo

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	81
--	---	----

continuo y no controlado en estos ambientes afectaría de manera directa la semillazón y en forma indirecta al establecimiento de esta especie a través de cambios en las propiedades de los suelos, mientras que el fuego tendría un efecto directo sobre el establecimiento.

M. officinalis respondió positivamente a la aplicación de yeso agrícola pero no hubo diferencias significativas entre las dosis. Los coeficientes de determinación de las regresiones simples en *M. officinalis* demostraron que existió una mayor correlación entre la emergencia y el pH, que entre la emergencia y la salinidad.


La Pampa Ondulada es la subregión geomorfológica mejor drenada de la gran llanura pampeana. Sin embargo, presenta sectores deprimidos, casi siempre próximos a cursos de agua, en donde las limitaciones de drenaje derivan de la ubicación en el paisaje y de la escasa profundidad de la napa freática. Estos ambientes abarcan un variado mosaico de suelos y se caracterizan por una conjunción de problemas de productividad (mal drenaje, anegamientos, salinidad, alcalinidad), determinante de una baja aptitud agrícola.

Se sembró una mezcla de *Thinopyrum ponticum* (Agropiro alargado) y *Melilotus officinalis* (Trébol de olor amarillo). Mediante un relevamiento topográfico previo se distinguieron los sectores A más alto y B más deprimido (Cuadros 21, 22 y 23) (Martín *et al.*, 2008).

Cuadro 21: Variables estructurales y funcionales en la pastura de reemplazo y sectores analizados (Martín *et al.*, 2008).

Variables (n= 10 lecturas por sector)	Promedio Sector A	Promedio Sector B	Significancia
Producción forrajera a los 210 días (kg MS.ha ⁻¹)	2293,6± 459,4	1101,7±291,5	***
Plantas de Agropiro (nº.m ⁻²)	34,7±1,4	23,6±1,9	***
Plantas de Trébol de olor amarillo (nº.m ⁻²)	24,8±7,9	12,8±8,5	***
Macollos de Agropiro (nº.m ⁻²)	1179,8±120,4	920±290,6	NS
Tallos de Trébol de olor amarillo (nº.m ⁻²)	37±1,3	17±0,6	***
Plantas de Trébol de olor amarillo (cm)	105,3±22,8	39±10,8	***

*** p≤0,0001; NS no significativo p≥0,05

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	82
--	---	----

Cuadro 22: Eficiencia de emergencia (%) de las especies integrantes de la pastura implantada (Martín *et al.*, 2008).

Agropiro alargado			
	60 días	90 días	120 días
Sector A	17 a*	12,6 a	6,94 a
Sector B	14 a	11 a	4,72 a
Trébol de olor amarillo			
	60 días	90 días	120 días
Sector A	44 a	14,4 a	4,96 a
Sector B	24 b	13 a	3,4 a

*Letras distintas en columnas difieren medias ($p \leq 0,0001$).


Cuadro 23: Variables de suelo (promedios de 10 situaciones en cada sector a los 210 días de siembra) (Martín *et al.*, 2008).

Variables		Promedio Sector A	Promedio Sector B	Significancia
pH	0-10 cm	9,5	10,1	NS
	10-20 cm	9,6	10,0	NS
CE (dS.m⁻¹)	0-10 cm	0,832	1,331	**
	10-20 cm	0,921	1,109	**
P asimilable (ppm)	0-10 cm	58,2	64,0	NS
	10-20 cm	56,2	57,9	NS

** $p \leq 0,05$; **NS** no significativo $p \geq 0,05$; **CE** conductividad eléctrica; **P** fósforo

Las variaciones de microaltimetría en las áreas bajas pueden ser suficientes para crear condiciones de salinidad en los perfiles de suelo respectivos contenidos de sales más altos en los microrrelieves más deprimidos, aun cuando la reacción del medio sea similar en todos los casos. En tal situación se manifiestan diferencias entre sectores altimétricos en algunas variables estructurales y funcionales de una pastura implantada.

La salinidad edáfica, asociada a las diferencias de microaltimetría, condiciona fuertemente la producción forrajera en estos ambientes. Se alcanza mayor producción forrajera y mejor comportamiento de las demás variables vegetales en las posiciones más elevadas (Cuadro 24) (Martín *et al.*, 2008).

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	83
--	---	----

Cuadro 24: Ciclo de Trébol de Olor amarillo (*Melilotus officinalis*) y variaciones en la calidad forrajera (Martín *et al.*, 2008).

Estado	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)	EM (Mcal.kg MS ⁻¹)
Vegetativo	22,4	24,6	40,0	27,7	75,4	2,71
50 % floración	26,2	21,5	45,4	30,6	75,2	2,70
100 % floración	28,6	19,9	48,9	33,0	69,9	2,52

En el Cuadro 24 se observa la excelente digestibilidad (DIVMS%) del forraje ofrecido a lo largo del ciclo de producción, bajo las condiciones del ensayo.


En los bajos alcalinos de la región pampeana se recomienda la siembra consociada de Agropiro alargado 25 a 40 Kg.ha⁻¹; *Lotus tenuis* 2 a 4 Kg.ha⁻¹ y Trébol de olor de flor amarilla 4 a 5 Kg.ha⁻¹.

Para Tucumán Díaz (1963) en ensayos de forrajeras para suelos salinos en el Dpto. Cruz Alta (Tucumán) determinó la siguiente escala de tolerancia: *Sporobolus airoides*; Trébol de olor blanco (*Melilotus albus*); Trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis*); Grama Rhodes (*Chloris gayana*) y Agropiro alargado (*Agropyron elongatum*).

En Tucumán, el Trébol de olor amarillo también puede ser empleado como cultivo de cobertura y abono verde en lotes de rotación de caña de azúcar (Foto 14).



Foto 14: *Melilotus officinalis* cv. Madrid, Finca La Ethel, Leales, Tucumán. Foto JRTV.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	84
--	---	----

El cultivo de cobertura sembrado luego del descepado de la caña de azúcar, permite controlar parcialmente las malezas, evitar el revenimiento de sales y potencialmente ser un abono verde si se lo incorpora mediante rastras de discos semipesadas (Foto 15).



Foto15: *Melilotus officinalis* cv. Madrid como cultivo de cobertura, Finca La Ethel, Leales, Tucumán. Foto JRTV.

MELILOTUS INDICUS- TREBOL DE OLOR AMARILLO BIANUAL

Melilotus parviflorus de *Melilotus indicus*

Sertula indica de *Melilotus indicus*

Trifolium indicus de *Melilotus indicus*

Al ser de ciclo bianual, mantiene su estado vegetativo en el primer año y florece en la primavera del segundo. El ciclo de crecimiento es similar a *M. albus* al igual que sus modalidades de aprovechamiento y manejo.




VI- BIBLIOGRAFÍA.

1. **Allen, S. G.; A. K. Dobrenz; M. H. Schonhorst y J. E. Stoner.** 1985. Heritability of NaCl tolerance in germinating alfalfa seeds. *Agron J.* 77: 99-101.
2. **Andrés, A. y J. Lavandera.** 2012. Ensayo comparativo de poblaciones de Trébol de Olor de Flor Blanca (*Melilotus albus*). XIV Reunión Anual sobre Forrajeras. EEA INTA Pergamino, Bs. As.
3. **Basilio, A. M. y M. Noetinger.** 2000. Análisis polínico de mieles de la región chaqueña: Comparación del origen floral entre las zonas; domo central y esteros, cañadas y selva de ribera. *RIA* 31 (2): 127-134.
4. **Batut, J.; S. G. Andersson y D. O'Callaghan.** 2004. The evolution of chronic infection strategies in the alphaproteobacteria. *Nat Rev Microbiol* 2 (12): 933-945.
5. **Bazzigalupi, O.; S. M. Pistorale y A. N. Andrés.** 2008. Tolerancia a la salinidad durante la germinación de semillas provenientes de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). *Cien. Inv. Agr.* 35 (3): 277-285.
6. **Berti, R. N.** 1995. Efecto de la carga animal y sistemas de pastoreo sobre parámetros productivos de bovinos bajo pastoreo de *Melilotus alba* var. Anua y asociaciones con *Avena sativa*. EEA INTA Salta, Boletín Técnico N°4, 8 págs.
7. **Berti, R. N.** 1989. Efecto de la densidad de siembra de avena sobre la producción de forraje de pasturas consociadas *Avena sativa- Melilotus alba*. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* Vol 9 (1): 49-55.
8. **Berti, R. N.** Empleo de *Melilotus alba* Desr. var. annua Ceo en sistemas de producción de carne y leche en la región chaqueña. EEA INTA Salta 6 págs.
9. **Bremner, Y.; M. Phillippo; W. R. Humphries; B. W. Young y C. F. Mills.** 1983. Trace elements in animals productions and veterinary practice. Occ. publication N° 7, Ed. Suttle, N. F.; R. G. Gunn, W. M. Allen; K. A. Linklater y G. Wiener. London (Inglaterra): 136-137.
10. **Bruno, O. A.; J. L. Fossati y O. R. Quaino.** 1983. Incorporación de trébol de olor de flor blanca en grama Rhodes. *Producción Animal* 10: 333-341.
11. **Cairne, A. C. y H. Castro.** 1985. Evaluación por medio de cortes de la producción de forraje y del contenido de proteína bruta en Pasto Llorón (*Eragrostis curvula* Schrad.) Nees) asociado con Trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis* Lamb.). *Rev. Arg. de Prod. Anim.* Vol 5 (1): 56-57.
12. **Cairnie, A. C. y H. Castro.** 1985. Una forma efectiva de mejorar la calidad del Pasto Llorón. Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida Pampeana, EEA INTA Anguil, La Pampa. N° 83: 4-6.
13. **Campbell, A. G.; M. R. Coup; W. H. Bishop y D. E. Wright.** 1974. Effect of elevated iron on the copper status of grazing cattle. *N Z J Agric Res* 17: 393-399.
14. **Cangiano, C. A.** 1979. Producción y Calidad de Forraje de Trébol de Olor Blanco Anual (*Melilotus albus* Medik). Información Técnica N°82:19 págs. EEA INTA Manfredi, Córdoba.
15. **Cangiano, C. A. y J. C. Mombelli.** 1975. Curva de crecimiento del trébol de olor blanco anual (*Melilotus alba* Medikus). *R.I.A.* (INTA) Serie 2 (Biol. y Prod. Veg) 12 (3): 77-96.
16. **Cangiano, C. A.; O. E. Melo; G. R. Mauro y M. C. Bulashevich.** 1981. Valor nutritivo de trébol de olor blanco anual (*Melilotus albus* Medik). Consumo y digestibilidad *in vivo* a galpón y estimación de la digestibilidad de la ingesta en novillos en pastoreo. *Producción Animal* 8: 539-546.




17. **Clos, E. C.** 1928. Estudio botánico de los tréboles de olor. Ministerio de Agricultura. Secc. Propaganda e Informes, Buenos Aires.
18. **Costa, M. C.; N. Decolatti y F. Godoy.** 1995. Análisis polínico en mieles del norte de la Provincia de San Luis (Argentina). *Kurtziana* 24: 133-143.
19. **Covas, G.** 1964. Leguminosas para la región semiárida Pampeana. Hoja Informativa N° 9, EEA INTA Anguil.
20. **Covas, G.** 1965. Tréboles de olor. Circular de Extensión N° 13, EEA INTA Anguil.
21. **Darlington, C. D. y E. K. Janaki Ammal.** 1945. Chromosome atlas of cultivated plants. London.
22. **Delucchi G.; F. Buet Costantino y E. L. Guerrero.** 2011. Leguminosas adventicias de la República Argentina. Una Categorización. *Historia Natural*. Tercera Serie Volumen 1 (2): 75-84.
23. **Díaz, H. B.** 1963. Comportamiento de especies forrajeras en suelos salinos del Dpto. Cruz Alta en la Provincia de Tucumán. Informe Preliminar. EEAT. Pub. Misc. N° 12: 55-62.
24. **Díaz, H. B. y E. D. Lagomarsino.** 1969. Suelos salino-sódicos y sódicos. Su utilización con especies forrajeras. R.A.N.A. Vol 6 (3-4): 221-231.
25. **Duke, J. A.** 1981. *Handbook of legumes of world economic importance*. Plenum Press, New York.
26. **Fenner, M. y K. Thompson.** 2005. The Ecology of Seeds. *Cambridge University Press*. 241 Pp 1-29.
27. **Fernández, J. A. y L. Kardasz.** 2002. Uso de *Melilotus albus* como abono verde en la producción de sorgo granífero en el Chaco. XIII Reunión Comun. Cient. Téc. FCA. UNNE.
28. **Ferrari, O.** 1986. Asociación de verdeos estivales. *Gaceta Agronómica* Vol 6 (31): 294-301.
29. **Fontana, L. M. C.** 2014. Efecto de la utilización de leguminosas anuales como abono verde sobre las condiciones del suelo y la productividad de cultivos subsiguientes. Tesis de Maestría. 72 págs. Escuela para Graduados. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Univ. Nac. de Córdoba.
30. **Forcone, A. y M. C. Tellería.** 1998. Caracterización palinológica de las mieles del valle inferior del Río Chubut (Argentina). *Darwiniana* 36: 81-86.
31. **Fossati, J. L. y R. J. León.** 1977. Incorporación de especies forrajeras en campos naturales del Norte Santafesino. Bol. Div. Téc. N° 8. EERA INTA Rafaela, Santa Fé.
32. **Fumagalli, A. E. y E. E. Salado.** 2002. Recría de vaquillonas en pastoreo de avena blanca común (*Avena sativa*) y trébol de olor blanco (*Melilotus alba*) bajo riego. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22 (Supl.1): 115-116
33. **Fumagalli, A. E.; J. M. Salgado; C. R. G. Kunst; R. F. Renolfi; A. Smeriglio y N. V. Sueiro.** 1986. Producción de carne en suelos de escasa aptitud agrícola en el área de riego del Río Dulce (Santiago del Estero). I. Producción de carne. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* Vol 6 (1): 118-119.
34. **Galeazzi, A.; M. Zabala; P. Tomás; J. Giavedoni; J. F. Pensiero; P. Capurro; I. Filgueras; P. Rush y G. Schrauf.** 2004. Variación en la emergencia y el crecimiento inicial en materiales de *Melilotus albus* L. que difieren en su fenología. XXXIII Congreso Argentino de Genética, Malargue, Mendoza.
35. **García Espil, A.** 1990. Pasturas, implantación y cuidados culturales. Cuaderno de actualización técnica N° 49. Departamento de estudios y de prensa y difusión de AACREA, Capítulos 1 y 3.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	87
--	---	----


36. **Gengelbach, G. P.; J. D. Ward y J. W. Spears.** 1994. Effect of dietary copper, iron, and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *J Anim Sci* 72: 2722-2727.
37. **Ghaderi-Far, F.; J. Gherekhloo y M. Alimagham.** 2010. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*). *Planta daninha* 28(3): 463-469.
38. **Giordano, W. y A. A. Hirsch.** 2004. The expression of MaEXP1, a *Melilotus alba* expansion gene, is upregulated during the sweetclover-*Sinorhizobium meliloti* interaction. *MPMI Molecular Plant-Microbe Interactions* Vol. 17, N° 6: 613-622. The American Phytopathological Society.
39. **Godio, L.; J. H. Veneciano y M. J. L. Privitello.** 1988. Curva de crecimiento, productividad y calidad del trébol de olor blanco anual (*Melilotus albus* Medikus). II Jornadas de Divulgación de la Investigación de la Fac. Ing. y Adm. UNSL. Resúmenes: 17-18.
40. **González Pondal, D.; A. E. P. Casaro y B. J. Carrillo.** 1975. Deficiencia de cobre en bovinos y su relación con lesiones óseas en los Bajos Submeridionales de Santa Fé. Fundación José María Aragón N°3.
41. **Gooneratne, S. R.; B. Laarveld; R. K. Chaplin y D. A. Christensen.** 1989. Profiles of ⁶⁷Cu in blood, bile, urine and faeces from ⁶⁷Cu-primed lambs: effect of ⁹⁹Molabelled tetrathiomolibdate on the metabolism of recently stored tissue ⁶⁷Cu. *Br. J. Nutr.* 61: 355- 371.
42. **Gorz, J. H. y W. K. Smith.** 1951. Capítulo 15. **Sweetclover:** 159-166; en Heath, M.E.; D. S. Metcalfe y R. F. Barnés, Eds. 1951. FORAGES. The Science of Grassland Agriculture. *Iowa University Press.* Iowa. U.S.
43. **Hack, C. M.; M. Porta; C. E. Tomei y A. A. Grimoldi.** 2009. Inoculación con hongos micorrícicos arbusculares y fertilización fosfatada en *Melilotus alba*. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE.
44. **Hernández, J.** 1967. Importancia de la Palinología. *Noticiario mensual*, 131:1-3.
45. **Holgado, F. D.** 1996. **Avena-Melilotus:** su utilización en la alimentación de bovinos para carne. *Boletín Pecuario* Año 4 (9): 1-13.
46. **Holgado, F. D.** 2001. Incorporación de *Melilotus albus* en pasturas de *Cynodon dactylon*. ALPA, La Habana, Cuba.
47. **Holgado, F. D.** 2002a. Grama Bermuda-*Melilotus*: dos forrajeras valiosas. *Boletín Pecuario* Año 1 (4): 3-14.
48. **Holgado, F. D.** 2002b. Invernada en base a Verdeos Invernales y Pasturas Tropicales. *CER Leales Tranqueras Abiertas:* 6-8.
49. **Holgado, F. D.; M. E. Hernández y J. L. Fernández.** 2008. Distribución y rendimiento total de materia seca en siembras de avena-*melilotus*. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 28 Supl. 1: 533-534.
50. **Humphries, W.R.; M. Phillippo; B. W. Yuong e Y. Bremner.** 1983. The influence of dietary iron and molybdenum on copper metabolism in calves. *Br J Nutr* 49: 77-86.
51. **International Seed Testing Association (ISTA).** 2003. International Rules for Seed Testing. Basserdorf, CH- Switzerland, Suiza. 500 págs.
52. **Isely, D.** 1954. Keys to sweet clovers (*Melilotus*). *Iowa Acad. Scien.* 61 : 119-131.
53. **Jaeschke, J. E.; A. E. P. Casaro y B. E. Ruksan.** 1977. Toxicidad provocada por el *Melilotus alba*. Fundación José María Aragón N°8.




54. **Jover, P.** 2003. Información para Extensión – Abonos verdes antecedentes sobre tecnologías para su uso y manejo. INTA EEA Colonia Benítez – Chaco.
55. **Kita, F.** 1965. Studies on the genus *Melilotus* (Sweetclover) with special reference to interrelationships among species from a cytological point of view. *Journ. Facul. Agr. Hokkaido Univ.*, Sapporo, Vol. 54, Pt. 2: 25-122.
56. **Kolyasnikova, N. L.** 2013. The Flowering and Seed Production Species of *Melilotus albus* and *Melilotus officinalis*. *Middle-East Journal of Scientific Research* 16 (11): 1466-1469.
57. **Kunst, C. R. G.; R. F. Renolfi; A. E. Fumagalli; J. M. Salgado; A. Smeriglio y N. V. Sueiro.** 1986. Producción de carne en suelos de escasa aptitud agrícola en el área de riego del Río Dulce (Santiago del Estero). II. Cadena de Pastoreo. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* Vol 6 (1): 119-120.
58. **Laborde H. E.; M. H. Arelovich; R. E. Brededan; S. Canelo y J. Oyola.** 2005. Las asociaciones de cultivos forrajeros, su productividad y el desempeño animal resultante en el sudoeste bonaerense. En: Producción, recursos y medio ambiente en el sudoeste bonaerense. EdiUNS. Bahía Blanca. Pág 65-72.
59. **Louveaux, J.; A. Maurizio y G. Vorwohl.** 1978. Methods of Melissopalynology by International Commission for Bee Botany of IUBS. *Bee World* 59: 139-157.
60. **Lum, M. R.; Y. Li; T. A. Larue; R. D. Schwartz; Y. Kapulnik y A. M. Hirsch.** 2002. Investigation of Four Classes of Non-nodulating White Sweetclover (*Melilotus alba annua* Desr.) Mutants and Their Responses to Arbuscular-Mycorrhizal Fungi. *Integ. and Comp. Biol.* 42: 295–303
61. **Lusardi, M.; D. Prado y S. Gattuso.** 2005. Contenido polínico de las mieles del sur de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40 (1-2) Córdoba ene./jul.
62. **Marañón, T.; L. V. García y A. Troncoso.** 1989. Salinity and germination of annual *Melilotus* from the Guadalquivir delta (S.W. Spain). *Plant Soil* 119: 223-228.
63. **Martín, B.; O. Sosa; G. Magra; G. Zerpa y P. Besson.** 2012. Emergencia de forrajeras en un suelo salino-alcálico tratado con yeso. *Revista Argentina de Producción Animal Vol 32 N° 2*: 157-164.
64. **Martín, B.; O. Sosa; G. Zerpa; M. A. Acebal y G. Magra.** 2008. Características de una pastura en implantación en sectores con diferencias microaltimétricas en un área deprimida. *Revista Científica Agropecuaria* 12(1): 25-33 Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER.
65. **Menghini, M.; L. N. Ariza; L. E. Fontanella; M. H. Arelovich; M. F. Martínez; R. D. Bravo y M. D. Chamadoira.** 2015. Producción de intersembras a distintas densidades de *Vicia villosa* o *Melilotus albus* sobre *Thinopyrum ponticum*. *Rev. Arg. de Prod. Animal Vol 35 Supl. 1*: 179.
66. **Merkel, N.; R. Schultze-Kraft y C. Infante.** 2005. Assessment of tropical grasses and legumes for Phytoremediation of petroleum-contaminated soils. *Water Air Soil Poll.* 165:195-209.
67. **Monti, H. y P. Fernández.** 2006. “Alternativas de Sustentabilidad del Bosque Nativo del espinal”. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidos -BIRF 4085 AR. Argentina. 67 págs.
68. **Mulligan, G. A.** 1957. Chromosome numbers of Canadian weeds. *Canadian Journal of Botany* 35: 779-789.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	89
--	---	----

69. **Naab, O. A.** 1993. Análisis polínico de mieles de la provincia de La Pampa (Argentina). Actas de la 5^o Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Tomo 1: 106- 118. Santa Rosa, La Pampa.
70. **Naab, O. A.; M. A. Caccavari; H. Troiani y A. Ponce.** 2001. Melisopalinología y su relación con la vegetación en el Departamento de Utracán, La Pampa, Argentina. *Polen* 2: 99-113.
71. **Ochoa, M. A.** 1994. Producción de forrajes en suelos salinos. INTA-EE Rama Caída. *Agro de Cuyo* N° 4: 64-67.
72. **O'Dell, B. L.** 1997. The concept of trace element antagonism: The Cu-Mo-S triangle. *J. Nutr.* 127: 1045S- 1047S.
73. **Olivo, S. M. y M. del C. Spada.** 2015. Efecto de la frecuencia de defoliación sobre la producción de forraje en *Melilotus albus* en tres fechas de siembra. Comunicación. *Rev. Arg. de Prod. Animal* Vol 35 Supl. 1: 238.
74. **Panigatti, J. L.** 1974. Manejo de *Melilotus albus* para asegurar una resiembra natural. Bol. Div. N°29. EERA INTA Rafaela, Santa Fe.
75. **Petenello, M. C. y S. R. Feldman.** 2012. Evaluación de la tolerancia a suelos contaminados con aceite diesel en especies con potencial biorremediador. *Acta Biol. Colomb.* vol.17 no.3 Bogotá Sept./Dec. 2012
76. **Phillippo, M.** 1983. Trace elements in animals productions and veterinary practice. Occ. publication N° 7, Ed. Suttle, NF, Gunn RG, Allen W. M., Linklater KA, Wiener G. London (Inglaterra): 51-60.
77. **Priano, L. J. y M. A. Pilatti.** 1989. Tolerancia a la salinidad de forrajeras cultivadas. *Ciencia del Suelo* Vol 7 (1-2): 113-116.
78. **Privitello, M. J. L.; R. U. Harrison y M. B. Romero.** 1998a. Producción de rebrotes de *Melilotus albus* Medik. en la región semiárida pampeana (Argentina). *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 6 (2): 201-208.
79. **Privitello, M. J. L.; M. B. Romero; R. U. Harrison y A. Z. Corral.** 1998b. Evaluación de la producción de *Melilotus albus* Medik. en la región semiárida pampeana (Argentina). *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 6 (2): 189-200.
80. **Rearte, D.** 2007. Situación Actual de la Producción de Carne Vacuna. Documento SEAGyP/INTA, www.sagpya.mecon.gov.ar
81. **Romero, N. A. y M. de los A. Ruíz.** 2001. Efecto de la alfalfa y del *Melilotus* usados como forraje y abono verde, sobre la producción de pasturas y cultivos. Boletín de Divulgación Técnica INTA Anguil 7: 42-47.
82. **Ruksan, B. E.; A. E. P. Casaro; J. Jaeschke; F. Lagos y D. González Pondal.** 1982. Trastornos clínico-patológicos ocasionados en bovinos por el pastoreo de *Melilotus alba*. *Rev. Arg Prod. Anim.* Vol 2 N°6: 552-569.
83. **SAGPyA.** 2004. Resolución 1262/2004 "Norma de Comercialización del Trigo Pan Norma XX Trigo Pan".
84. **Sangabriel, W.; R. Ferrera Cerrato; D. Trejo Aguilar; M. R. Mendoza López; J. S. Cruz Sánchez; C. López Ortiz; J. Delgadillo Martínez y A. Alarcón.** 2006. Tolerancia y capacidad de fitorremediación de combustóleo en el suelo por seis especies vegetales. *Rev Int Con Ambient.* 22 (2): 63-73.
85. **Schwartz, A.; S. Gilboa y D. Koller.** 1987. Photonastic control of leaflet orientation in *Melilotus indicus* (Fabaceae). *Plant Physiol.* 84: 318-323.
86. **SENASA.** 2008. Movimiento de Hacienda 2007, Informe Estadístico N° 2. Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de la República Argentina, 83 págs.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	90
--	---	----

87. **Shaw, N. H. y W. W. Bryan.** 1976. Tropical pasture research. Principles and methods. Commow. Bur. *Pastures Field Crops*, Hurley, U. K. Bull. N°51.
88. **Smacchia, A.; P. Ronzano; R. Figallo; E. Perotti; H. Faienza y A. Pidell.** 2011. Producción de metano en rumen por pasturas y su relación con la composición química. XII Jornadas de Divulgación Técnico Científicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNR.
89. **Stevenson, T. M y J. S. Clayton.** 1936. Investigations relative to the breeding of coumarin-free sweetclover, *Melilotus*. *Canadian Journal of Research* 14c (4):153-165
90. **Stroker, J. R y D. M. Bellis.** 1962. The Biosynthesis of Coumarin in *Melilotus alba*. *The Journal of Biological Chemistry* Vol. 237 (7): 2303- 2305.
91. **Suárez, L.; C. Latina; L. Delgado; F. Canteros; F. Cordileone; M. Hilal y F. Prados.** 2001. Efecto de diferentes concentraciones salinas sobre el poder germinativo y el crecimiento de raíz y tallo en *Melilotus alba* L. XVIII Jornadas Científicas, Asociación de Biología de Tucumán: 52.
92. **Suttle, N. F.** 1991. The interaction between copper, molybdenum, and sulphur in ruminant nutrition. *Annu Rev Nutr.* 11: 121-140.
93. **Suttle, N. F.; P. Abrahams e I. Thornton.** 1984. The role of a soil x dietary sulphur interaction in the impairment of copper absorption by ingested soil in sheep. *J Agric Sci* 103: 81-87.
94. **Tellería, M. C.** 1995. El polen de las mieles del noroeste de la provincia de Buenos.Aires. Argentina. *Darwiniana* 33: 347-364.
95. **Tellería, M. C.** 1996a. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la provincia fitogeográfica pampeana (República Argentina) II: Tandilia. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 32: 91-94.
96. **Tellería, M. C.** 1996b. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la provincia fitogeográfica pampeana (República Argentina) III: Noreste de la Provincia de La Pampa. *Darwiniana*34: 245-249.
97. **Toll Vera, J. R.** 1992. Alimentación de vacas lecheras en Trancas. La experiencia del Tambo "Benjamín Paz". E.E.A.O.C. Boletín N°148, 7 págs.
98. **Toll Vera, J. R.; E. D. Lagomarsino; G. O. Martín (h); M. G. Nicosia y M. M. Fernández.** 2009. Evaluación de Trébol de Olor Blanco (*Melilotus albus* Medick) en suelos salinos con presencia de napa freática en el Oeste de Santiago del Estero. Avances en la Producción Vegetal del N.O.A.: 563-569.
99. **Traverso, J.E.; Dreussi, L.W.** 1989. Evaluación del Germoplasma y Mejoramiento Genético en *Melilotus spp.* Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida Pampeana 90.
100. **Traverso, J.E.; F. J. Babinec y H. Troiani.** 2005. Caracterización y agrupación de entradas por compatibilidad de caracteres fenotípicos en el género *Melilotus*. INTA Anguil Publicación Técnica N° 64: 16 págs.
101. **Turkington, R. A.; P. B. Cavers y E. Rempel.** 1978. The biology of Canadian weeds. 29. *Melilotus alba* Desr. and *M. officinalis* (L.) Lam. *Canadian Journal of Plant Science* 58(2): 523-527.
102. **Ulises, G.; J. Lanzarini y C. Peñafort.** 2000. Evaluación del control de malezas en *Melilotus alba* tratadas con Flumetsulan "Preside". www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/17-evaluacion_del_control_de_malezas.pdf
103. **Ungar, I. A.** 1978. Halophyte seed germination. *Bot. Rev.* 44: 233-264.

	Los Tréboles de Olor como Recurso Forrajero	91
--	---	----

104. **United States Salinity Laboratory Staff (USSL).** 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agr. Handbook N°60, 160 págs.
105. **Veneciano, J. H.; O. A. Terenti y M. Privitello.** 1994. Crecimiento acumulado de *Melilotus alba* Medikus. I. Producción y composición morfológica de la forrajimasa. Revista de la Facultad de Agronomía - UNLPampa Vol 7 (2): 13-24.
106. **Veneciano, J. H.; O. A. Terenti y M. Privitello.** 1995. Crecimiento acumulado de *Melilotus alba* Medikus. II. Calidad de la materia seca. Revista de la Facultad de Agronomía - UNLPampa Vol 7 (2): 25-34.
107. **Ventura, K. y L. Huamán.** 2008. Morfología polínica de la familia Fabaceae de la parte de baja de los valles de Pativilca y Fortaleza (Lima-Perú). *Biologist* (Lima). Vol. 6 N°2 jul-dic: 112-134.
108. **Walker, T. W.; H. D. Orchiston y A. F. R. Adams.** 1954. The nitrogen economy of grass legume association. *J. Br. Grassl. Soc.* 9: 249-274.
109. **Zamar, J. L.; E. E. Alessandria; A. H. Barchuck y S. M. Luque.** 2000. Emergencia de plántulas de malezas bajo residuos de especies utilizadas como cultivos de cobertura. *Agriscientia* Vol XVII: 59-64.
110. **Zimmerman, L. R.; A. A. Galussi; A. H. M. Martinelli; A. P. Fernández; A. H. García; J. R. Pitter; A. R. Zecchin y D. I. Dechanzi.** 1998. Hard seed viability in *Medicago sativa* L., *Lotus corniculatus* L., *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. and *Melilotus alba* Med. *Seed Sci. & Technol.* 26: 271-273.
111. **Zuloaga, F. O.; O. Morrone y M. J. Belgrano.** 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) I. *Monography of Systematic Botany of the Missouri Botanical Garden* 107: 1-983.
112. **Yagueddú, C.; V. Comparatore y G. Paoloetti.** 2009. Identification of six *Papilionaceae* species by epidermal characteristics: Microanalysis of hand-composed mixtures. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44 (3-4): 305-315.