

Adaptación y producción de leguminosas forrajeras en el partido de Villarino

Nicolás Flamini

Tutor

Ing. Agr. (Dr.) Juan Pablo Renzi

Consejeros

Ing. Agr. (Dr.) PRESOTTO, Alejandro Daniel.

Ing. Agr. (Dr.) CHANTRE, Guillermo Rubén.

**Departamento de Agronomía
Universidad Nacional del Sur**



Junio 2022

Índice

Resumen	4
Introducción	6
Objetivos.....	13
Materiales y Métodos.....	14
Resultados y Discusión	16
<i>Condiciones climáticas</i>	16
<i>Establecimiento y coeficiente de logro</i>	17
<i>Producción de materia seca invernal</i>	20
<i>Producción de materia seca primaveral</i>	22
<i>Estrategia de difusión de Vicia villosa en los sistemas de producción en el sur de Buenos Aires</i>	24
Conclusiones	26
Bibliografía.....	27
Anexo imágenes	32

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del sitio de estudio en el establecimiento “Don Ramón”, localidad de Algarrobo, en 2018.	14
Figura 2. Temperaturas medias y precipitaciones medias históricas y del año 2018 registradas en la estación meteorológica ubicada en Algarrobo.....	16
Figura 3. Establecimiento de plántulas para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$)... ..	18
Figura 4. Coeficiente de logro para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$).	19
Figura 5. Producción de biomasa durante invierno para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$).	21
Figura 6. Producción de biomasa primaveral para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$).	23

Resumen

En la región semiárida del sur bonaerense existe una escasa oferta de leguminosas forrajeras adaptadas a condiciones ambientales adversas. Es por ello que se realizó un ensayo en el establecimiento “Don Ramón” ubicado en proximidades de la localidad de Algarrobo, Partido de Villarino.

Se evaluó el desempeño de 14 cultivares de los géneros *Trifolium*, *Medicago* y *Vicia*. La siembra de los mismos se realizó en forma manual en una densidad de 40 kg ha⁻¹, el 22 de marzo del 2018 en unidades experimentales de 2 metros lineales (n=3) con un diseño completamente al azar. El establecimiento de las plántulas fue bueno en relación a la marcada falta de humedad en que se realizó la siembra. Los coeficientes de logro de las vicias fueron altos (>40%) en comparación a las especies de *Medicago* y *Trifolium*. Los bajos valores de este parámetro en estos dos géneros pueden deberse a la proporción de semillas duras y/o menor vigor de las semillas por bajo peso unitario, lo cual impide su germinación y emergencia en el primer año de cultivo.

Se realizaron dos cortes para medir la materia seca invernal y primaveral. En el primer corte se destacaron los cultivares de *Vicia villosa*, además del cultivar Jester de la especie *Medicago truncatula*, este se posicionó en segundo lugar con 1567 kg MS ha⁻¹ por detrás del cultivar Ascasubi INTA de *V. villosa* con 1639 kg MS ha⁻¹. Por otro lado, los cultivares Urana y Bridoom de la especie *Trifolium subterraneum* y Chetah de *M. truncatula* tuvieron una producción de 1064, 833 y 778 kg MS ha⁻¹ respectivamente, que posiblemente podrían haber sido mayores con precipitaciones más abundantes durante el invierno, debido a que son especies adaptadas a climas mediterráneos. En el segundo corte se destacó el cultivar Ascasubi INTA con 3148 kg MS ha⁻¹, casi duplicando su producción invernal.

Bajo las condiciones ensayadas, *Vicia villosa* fue la especie con la mejor adaptación, junto con una buena producción de materia seca en todo su ciclo, mereciendo una mayor difusión entre los productores y asesores del área de influencia que puede tener este trabajo.

Introducción

El clima del extremo sur Bonaerense puede ser clasificado de varias maneras según la fuente consultada. Se puede hablar de un clima templado de transición y condiciones subhúmedas (Cappelli de Steffens & Campo de Ferreras 1994), árido estepario según la clasificación climática de Köppen (García 1967), y si se considera la clasificación de Thornthwaite existe un sector seco subhúmedo al noreste y semiárido al sur y al oeste (Sánchez et al. 1998). Específicamente, el partido de Villarino integra la región fitogeográfica del Espinal, distrito del Caldén (Cabrera 1951). La temperatura media anual es de 14,8 °C, con estaciones térmicas bien diferenciadas (Sánchez et al., 1998). En cuanto al período libre de heladas, oscila entre 240 y 260 días en el sector comprendido desde la Ruta Nacional N° 3 hacia la costa atlántica, mientras que se ubica entre 200 y 220 días hacia el extremo oeste y el meridiano V, por efecto de “continentalidad” (Cappannini & Lores 1966).

Con respecto a las precipitaciones, el partido de Villarino es cruzado transversalmente por las isohietas de 560 mm al norte y 490 mm al sur (zona de riego) (Sánchez et al. 1998). Se observa una clara estacionalidad en las mismas, siendo febrero, marzo y octubre los meses más lluviosos, mientras que entre mayo y agosto se presentan los menores registros. Otro parámetro importante en la zona es el viento, ya que la misma se caracteriza por ser ventosa, con un predominio del cuadrante noroeste y una mayor frecuencia de ocurrencia durante invierno y verano (Sánchez et al. 1998).

En cuanto a la descripción edáfica, los suelos predominantes del partido de Villarino pertenecen a los Órdenes Molisoles, Entisoles y Aridisoles, mientras que a nivel de Grandes Grupos prevalecen los Haplustoles, Calciustoles y Ustipsamentos. Con respecto a las características principales de los mismos se destacan: textura gruesa (franco arenosa - arenosa franca), susceptibilidad a erosión eólica e hídrica, escaso desarrollo de estructura, baja capacidad de retención de humedad, profundidad efectiva promedio entre 80 y 120 cm (limitada por presencia de “tosca”), bajos

contenidos de materia orgánica (entre 0,8 y 2%), escasa disponibilidad de nitrógeno, alta variabilidad en los niveles de fósforo disponible (5-30 ppm Bray & Kurtz) y presencia de carbonato de calcio (calcáreo), entre otras (Sánchez et al. 1998).

La zona de riego y ganadera árida del sur de la provincia de Buenos Aires comprende los partidos de Villarino y Patagones, con una superficie de 1.500.000 ha. Esta zona se divide en dos subzonas: la del Valle Inferior del Río Colorado y la subzona sur de la provincia. La subzona del Valle Inferior del Río Colorado, es una zona de riego que comprende aproximadamente unas 500.000 ha de las cuales, unas 140.000 ha de aptitud agrícola se hallan empadronadas con concesiones de riego, regándose efectivamente 70.000 ha, el resto de la superficie (360.000 ha), posee aptitud ganadero agrícola (Nava et al. 2006).

La subzona sur de la provincia de Buenos Aires es un área de secano que comprende aproximadamente un 1.000.000 ha de las cuales, 30 % es de aptitud ganadero-agrícola y 60 % de aptitud exclusivamente ganadera y es en donde se realizó el presente trabajo. El sistema mixto ganadero agrícola posee una superficie que varía entre 500 y 2.000 ha, dedicadas un 70-80 % a la ganadería y el resto a la agricultura. Dentro de la agricultura predominan los cultivos de cosecha fina (trigo año por medio), con una productividad de 800 a 1000 kg ha⁻¹. La actividad ganadera bovina es de ciclo completo basada en campo natural, verdeos de invierno y verano; y hacia el norte del área con pasto llorón. La productividad de carne oscila entre los 45 a 60 kg/ha/año (Nava et al. 2006). En el sistema ganadero de cría, las explotaciones presentan una superficie no inferior a las 2.000 ha, dedicadas en su mayor parte a la cría y eventualmente a la re cría. Los recursos forrajeros se basan exclusivamente en campo natural de un área de monte. La productividad de carne no supera los 30 kg/ha/año (Nava et al. 2006).

Dentro de las gramíneas forrajeras perennes más difundidas en la región, la más predominante es el agropiro (*Thynopirum ponticum*). Es una especie de clima templado, perenne, y de gran importancia en la ganadería argentina por su adaptabilidad a suelos con severas limitantes edáficas y un alto grado de adaptabilidad a condiciones de clima, desde zonas húmedas a áridas, soporta bien la sequía (precipitaciones inferiores a 400 mm). Como debilidad, si no es correctamente manejada, progresa a estructuras de matas altas de bajo valor forrajero. Sin embargo, tiene alta calidad en estado vegetativo (Vasicek 2018). La gramínea perenne que le sigue en cuanto a difusión dentro del partido de Villarino es el pasto llorón (*Eragrostis curvula*). Es una megatérmica tipo C4, de ciclo primavera-estivo-otoño, gran rusticidad y adaptabilidad a sequía y suelos de baja fertilidad. Su producción de forraje a lo largo del ciclo es superior a la del agropiro, pero de menor calidad (Vasicek 2017).

Estas especies presentan más de 50 años de evaluación continua y difusión en la región semiárida. Las mismas pueden citarse, con un elevado fundamento lógico y práctico, como especies base para los planteos forrajeros perennes con gran estabilidad frente a la sequía. Son especies de menor calidad forrajera (según su tamaño y momento del año) que las especies de pasturas de la zona pampeana húmeda, pero que pueden ser adecuadas muy bien a los planteos de cría vacuna. Desde otro punto de vista presentan una distribución de crecimiento estacional distinta permitiendo su compatibilización con el fin de lograr una mejor cadena forrajera anual (Torres Carbonell 2010).

En cuanto a los verdeos de invierno que se utilizan en la región, uno de los más importante es la avena (*Avena sativa*), el cual resulta ser una especie muy plástica en su utilización dado que produce pasto desde mayo hasta noviembre. Aun cuando esta especie se encuentra panojada y granada es posible pastorearla ya que su calidad se mantiene debido a un adecuado balance de nutrientes que se traduce en altas ganancias diarias de peso. Los cultivares antiguos de avena entregaban hasta el 50% del forraje total en el primer pastoreo, en cambio los cultivares modernos tienen una

curva de producción de pasto más equilibrada lo cual les permite cubrir con mayor eficiencia el “bache” invernal de forraje (Moreyra et al. 2014).

El centeno (*Secale cereale*) es otro verdeo invernal que se utiliza en esta región semiárida. El atributo que distingue a esta especie es su rusticidad, que le brinda una excelente adaptación a condiciones de sequía, bajas temperaturas y suelos livianos. Como desventaja podemos mencionar que cuando el cultivo alcanza el estado reproductivo disminuye notoriamente la digestibilidad del forraje (baja calidad). Los cultivares antiguos (ej. Choique INTA) sólo deben considerarse cuando el objetivo es realizar un cultivo de cobertura debido a que producen una gran cantidad de biomasa en corto tiempo (rápido encañado) y de manera eficiente en términos de consumo hídrico. Cuando el objetivo es el pastoreo directo, los cultivares modernos ofrecen la posibilidad de una siembra temprana sin encañar, mayor período de aprovechamiento y mayor cantidad de materia seca por unidad de superficie (ej. Emilio INTA) (Moreyra et al. 2014).

En la región de secano del partido de Villarino, sur de Buenos Aires, la productividad de las pasturas está limitada por una baja diversidad de leguminosas anuales y en menor medida perennes. Durante los últimos años buena adaptación y difusión se ha obtenido con *Vicia villosa* Roth (Renzi y Cantamutto 2013). No obstante, existe en el mundo una gran diversidad de leguminosas que no han sido evaluadas bajo las condiciones semiáridas templadas del sur de Buenos Aires. Varias pertenecen a los géneros de *Trifolium*, *Medicago*, *Lupinus*, *Lathyrus*, *Melilotus*, *Lotus*, entre otros (Kaiser 2015).

La inclusión de otra especie (no necesariamente perennes) en una cadena forrajera basado principalmente en especies perennes, puede brindar la posibilidad de mayor captura de recursos (agua, nutrientes, luz), en tiempo y espacio. Sobre todo, si las especies que componen la consociación son una combinación de gramínea y leguminosa, estas especies en conjunto realizan un mejor aporte de nutrientes en la

dieta del animal, por complementariedad (Luscher et al., 2014), en comparación a gramíneas solamente (Menghini 2018).

Dentro de los beneficios de utilizar leguminosas, sobre todo en regiones semiáridas se puede decir que desde el punto de vista de la fertilidad se han observado importantes efectos de las leguminosas sobre las propiedades químicas del suelo, y el balance nutricional. Esto como resultado del aporte de N atmosférico que realizan las leguminosas mediante simbiosis con *rhizobium* y de las características de su rizosfera, que acidifica el suelo liberando protones e incrementando la disponibilidad de fosforo inorgánico, el que será absorbido y transformado a formas inorgánicas. La mejora en la provisión de nutrientes no es el único efecto benéfico de las leguminosas. Su utilización en rotación con otros cultivos afecta también a la estructura del suelo, su aireación, humedad y minimiza las pérdidas por erosión (Renzi y Cantamutto 2013).

También se ha observado una mayor disponibilidad de N, P y S del suelo a la siembra del cultivo posterior a la leguminosa (Minoldo 2010). Las leguminosas dejan en el suelo una considerable cantidad de biomasa y nitrógeno luego de finalizado su ciclo de crecimiento, proporcionando una fertilidad química para los próximos cultivos (Menghini 2018). Es por eso que el uso de leguminosas permite reducir parcial o totalmente el uso de fertilizantes nitrogenados, reducir las emisiones de dióxido de carbono y bajar la huella de carbono de los productos agropecuarios. Además, incrementa la diversidad de especies ayudando a mantener la producción estable a lo largo del año, porque los sistemas más diversos aprovechan mejor los recursos y tienen mayor producción que aquellos menos diversos (Menghini 2018).

Las leguminosas pueden ser complementarias a las especies no leguminosas, porque pueden utilizar nitrógeno de distinto origen y también pueden interactuar positivamente con otras especies aumentando el nitrógeno del suelo. Por lo tanto, las leguminosas llevan a mayores acumulaciones de nitrógeno en el suelo y a un mayor nivel de productividad (Spehn et al 2002). Dependiendo de la densidad de plantas y el clima, las leguminosas pueden fijar entre 20 y 200 Kg N ha⁻¹ (Ledgard 2001).

En cuanto al valor nutricional del forraje, en general, cuando aumenta la proporción de leguminosas en la pastura, aumentan los contenidos de proteína bruta (PB) y disminuyen la pared celular (Lithourgidis et al., 2006, Baxter, 2017). Sturludóttir et al. (2013), observan como los incrementos de biomasa en mezclas gramíneas-leguminosas, respecto al monocultivo de gramínea, no fueron acompañados por disminuciones en la digestibilidad y contenidos de PB, como normalmente sucede con aumentos de biomasa. Esto permite una flexibilidad en cuanto al manejo de la defoliación, ya que las mezclas mantienen mejor el valor nutricional de la pastura en el tiempo, respecto a los monocultivos de gramínea (Luscher et al., 2014).

Las principales leguminosas perennes en la región templada de Argentina son trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), alfalfa (*Medicago sativa*), lotus (*Lotus tenuis*), y trébol de cuernitos (*Lotus corniculatus*). Entre las anuales se encuentran el trébol de olor blanco (*Melilotus albus*) y trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis*), las vicias (*Vicia sativa* y *V. villosa*), y trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) (Carrillo 2003).

Otras especies anuales como trébol balansa (*Trifolium michelianum*), trébol persa (*Trifolium resupinatum*), trébol vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*), *Medicago polymorpha* las cuales se utilizan con éxito en regiones de Europa y Australia con clima mediterráneo. Estas especies junto con las vicias y el trébol subterráneo nombrados en el párrafo anterior fueron evaluadas en el presente trabajo. Estas leguminosas forrajeras anuales presentan producciones de forraje más dependientes de las lluvias registradas durante el ciclo que las perennes. Precipitaciones anuales inferiores a 350 mm año⁻¹ pueden comprometen seriamente la productividad y persistencia de las leguminosas difundidas en la actualidad (Delgado y Muñoz 2006, Ovalle et al. 2003).

El mejoramiento de la productividad y la sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas ganaderos en regiones semiáridas pasa necesariamente por incrementar la diversidad de especies de alto valor forrajero, y en particular de leguminosas. Entre las características deseables en esta familia se pueden mencionar la plasticidad fenotípica frente a condiciones desfavorables, alta capacidad de fijación de N atmosférico, alta producción, habilidad para dispersión y presencia de semillas con dormancia que aseguren la persistencia en zonas con regímenes pluviométricos muy variables e impredecibles, y períodos de sequía prolongados (Ovalle *et al.* 1997, 2003a 2005).

No obstante, la difusión y utilización de leguminosas forrajeras anuales en el partido de Villarino es escasa. Por lo tanto, este trabajo de intensificación se realizó para cumplir los objetivos planteados a continuación.

Objetivos

-) Evaluar la productividad de leguminosas forrajeras templadas para las condiciones semiáridas del sur de Buenos Aires.

-) Discutir su posible adaptación en los sistemas de producción y en programas de rehabilitación de suelos degradados del sur de Buenos Aires.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó a campo durante el año 2018, en un establecimiento ubicado en el acceso de la localidad de Algarrobo (Latitud 38°52'20" sur y Longitud 63°06'34" oeste), partido de Villarino, provincia de Buenos Aires (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio en el establecimiento “Don Ramón”, localidad de Algarrobo, en 2018.

Previo a la siembra se realizaron dos labores, la primera más profunda con un arado cincel y una segunda más superficial con una rastra de discos para preparar la cama de siembra. Asimismo, se determinaron parámetros de fertilidad física y química de la capa arable (0-15 cm) del suelo donde se llevó a cabo el estudio, el cual correspondió a un suelo Haplustol éntico, de textura franco arenosa, con 8 % de arcilla, 16 % de limo y 76 % de arena. En cuanto a los parámetros químicos la materia orgánica arrojó un valor de 1,1%, el fósforo asimilable 12,9 ppm (Bray & Kurtz 1945), la conductividad eléctrica en la solución del suelo fue de 0,44 dSm⁻¹ (dato de la solución) y el pH=8,1.

El cultivo antecesor fue una consociación de avena y vicia, que se pastoreo hasta el mes de noviembre, luego el lote permaneció en barbecho químico con la aplicación de glifosato en el mes de enero.

La siembra se realizó en forma manual el 22 de marzo de 2018 en unidades experimentales de 2 metros lineales las cuales fueron parcelas con un diseño completamente al azar con 3 repeticiones. Previamente a la siembra se realizaron análisis de germinación y peso de mil para determinar la dosis de siembra, la cual fue para todos los casos de 40 kg ha⁻¹. Se evaluaron 14 cultivares pertenecientes a los géneros de *Trifolium*, *Medicago* y *Vicia*.

Una vez finalizada la implantación (8 de mayo) se estimó la densidad de plantas total por parcela mediante una regla de 0,5 metros lineales. Se calculó el coeficiente de logro mediante la relación de la densidad de semillas sembradas sobre el total implantado. Una vez establecidas se tomaron parámetros fenológicos y de adaptación observando el comportamiento frente a plagas, enfermedades y condiciones abióticas como frío y sequía. La productividad de las especies se evaluó mediante la acumulación de forraje a la salida del invierno (20 de septiembre) y de la primavera (3 de diciembre), mediante el muestreo de 1 metro lineal por unidad experimental. Las muestras se secaron a estufa (65°C) durante 72 h, y se estimó la productividad en kg.MS.ha⁻¹ de materia seca.

La temperatura del aire y suelo y precipitación se registraron por medio de una estación agro-meteorológica automática (<https://inta.gob.ar/documentos/estacion-meteorologica-automatica-algarrobo>), ubicada en el mismo establecimiento donde se realizó el experimento.

Los datos obtenidos se analizaron mediante ANOVA con software INFOSTAT (2014). Para aquellos tratamientos en los cuales se detectaron diferencias estadísticamente significativas, se llevaron a cabo pruebas pertinentes de comparación de medias, con test LSD ($p < 0,05$).

Resultados y Discusión

Condiciones climáticas

Durante los primeros meses del año que abarcan el verano y principios de otoño (enero a abril) tuvo lugar un período seco el cual llevo a que la siembra se realizara con un perfil de suelo con marcada falta de humedad, lo cual repercutió en la implantación y puso en desventaja a los cultivares en la competencia con malezas, principalmente frente al rye grass (*Lolium* sp.). La precipitación anual fue de 357 mm, siendo un 26% inferior al promedio histórico para la zona, además en la primavera se registraron varias lluvias escasas (< 2mm) que sumado a días con viento de elevada intensidad (aumentando la evapotranspiración) afectaron la disponibilidad de agua en el suelo. En cuanto a la temperatura fue un 1,5% superior a la media histórica de la zona (Figura 2).

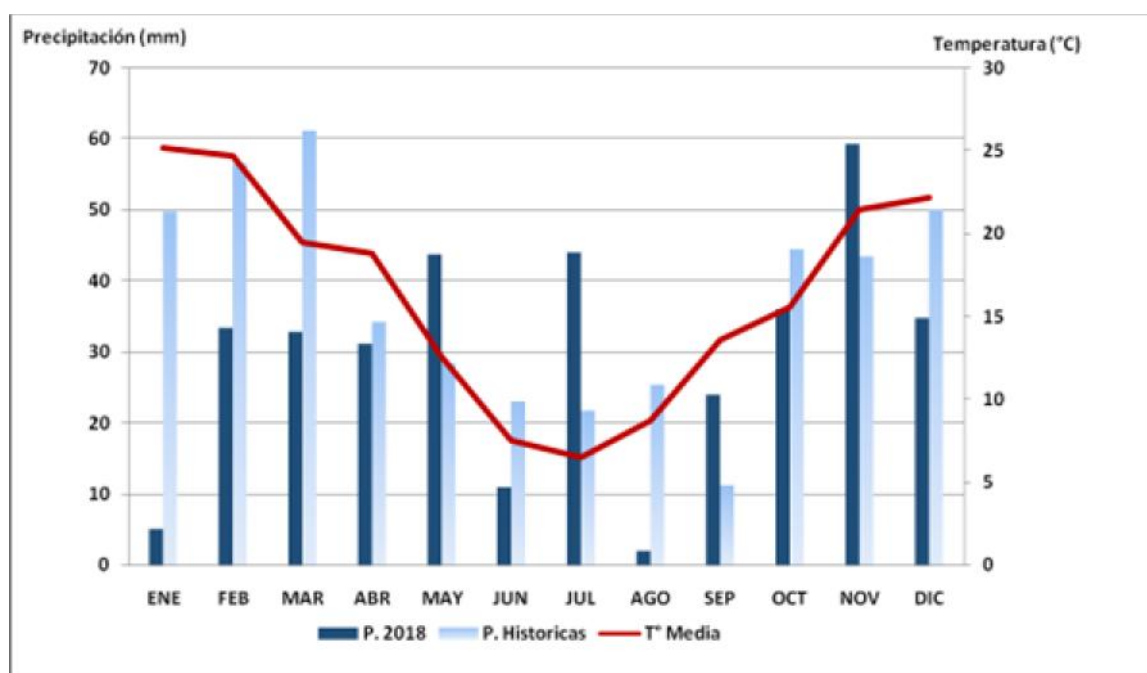


Figura 2. Temperaturas medias y precipitaciones medias históricas y del año 2018 registradas en la estación meteorológica ubicada en Algarrobo.

Establecimiento y coeficiente de logro

El establecimiento de los cultivares fue bueno en relación a la marcada falta de humedad en el cual se realizó la siembra, aunque hubo una gran variación entre ellos. En cuanto a número de plantas establecidas por m² se destacó por sobre todos al cultivar Frontier de la especie *Trifolium michelianum* con 1236 pl m⁻², seguido por el cultivar Scimitar de la especie *Medicago polymorpha* con 643 pl m⁻². Esto puede deberse a la gran cantidad de semillas por m² que se siembran debido a su pequeño tamaño (0.9 ± 0.05 y 2.8 ± 0.17 mg, respectivamente), a igual dosis en peso en todos los cultivares, ya que sus coeficientes de logro son bajos en relación al resto de los cultivares (11 y 18%) (Figura 3 y 4). Estos bajos coeficientes se pueden explicar en parte en el cultivar Frontier ya que *Trifolium michelianum* posee una alta proporción de semillas duras a la madurez, desde un 60 a 80% (Mitchell y Cooper, 1989; Squella, 1992), en el caso de *Medicago polymorpha*, Ovalle et al. (2000) concluyeron que la dureza seminal para esta especie evaluada al final de un ciclo anual de crecimiento, es de 100% y al otoño siguiente es de 97%. Las semillas duras o dureza seminal corresponden cuando la impermeabilidad al agua de las cubiertas de la semilla impide la imbibición y posterior germinación. Si bien es una característica positiva que regula la germinación de la semilla en periodos favorables para el crecimiento de las plantas, en el momento de la siembra es conveniente que el porcentaje de semillas duras sea bajo y que la germinación sea máxima y uniforme (Carambula 1977).

Por otro lado, las *Vicias* mostraron cantidades de plantas por m² bajos, desde 93 en el cultivar Francesca de *Vicia sativa* hasta 200 en el cultivar Ascasubi INTA de *Vicia villosa*, esto se puede explicar al igual que los cultivares nombrados en el párrafo anterior por el tamaño de la semilla, que va desde 30 mg en *Vicia villosa* hasta 45 mg en *Vicia sativa*. Los coeficientes de logro de las vicias fueron altos en relación a las especies de *Medicago* y *Trifolium*, estos variaron entre 76% en el cultivar Marianna de *Vicia sativa*, hasta el 39% en el cultivar Savane *Vicia villosa*, lo cual puede deberse a que el vigor de las plántulas durante la implantación es proporcional al tamaño de la

semilla (Ekpo et al. 2002) (Figura 3 y 4). La semilla de vicia tiene gran energía y puede emerger a más de 10 cm de profundidad (Labarthe y Pelta 1971).

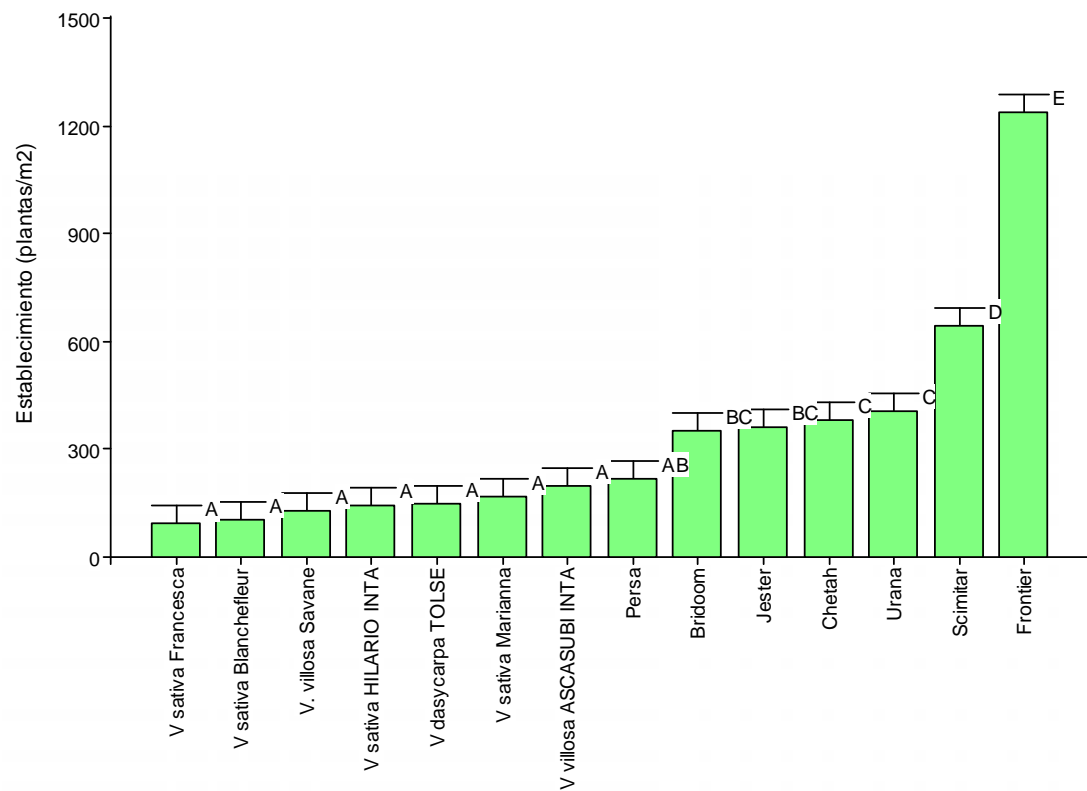


Figura 3. Establecimiento de plántulas para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$).

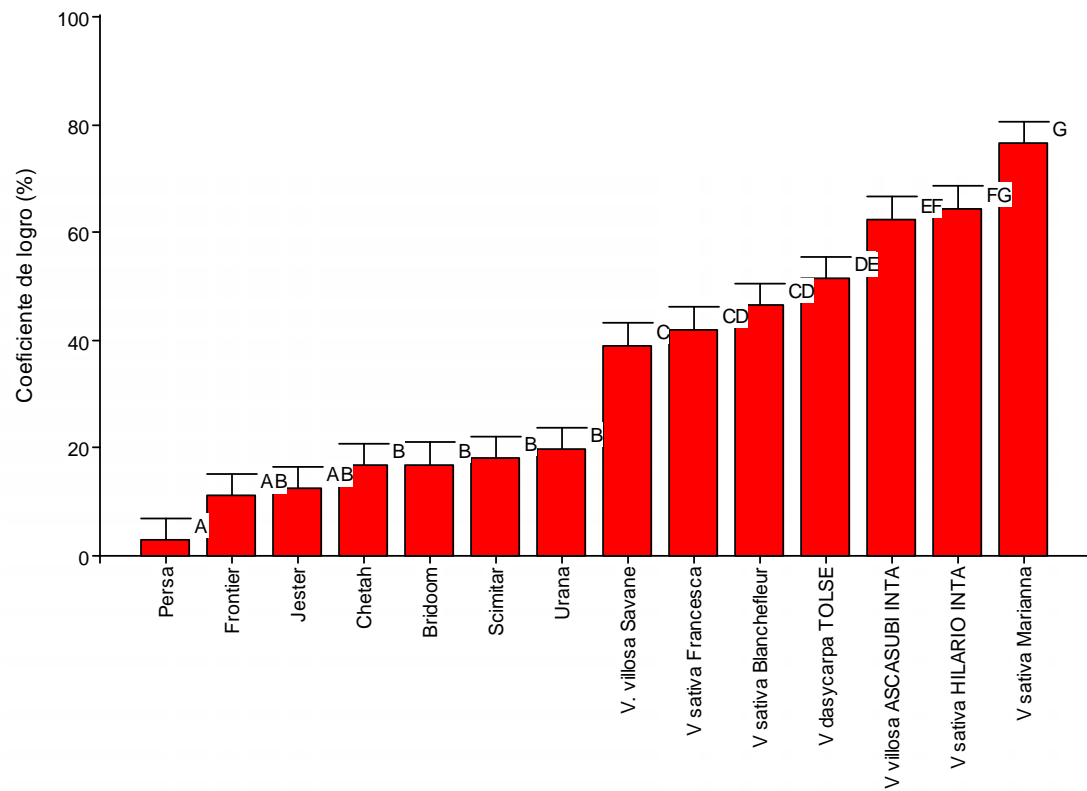


Figura 4. Coeficiente de logro para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$).

Producción de materia seca invernal

En la acumulación de materia seca hasta la fecha del primer corte se destacaron los cultivares de *Vicia villosa*, tanto los de la subespecie *villosa* como *dasycarpa*, además el cultivar Jester de la especie *Medicago truncatula*, este se posicionó en segundo lugar con 1567 kg MS ha⁻¹ por detrás de ASCASUBI INTA de *Vicia villosa* con 1639 kg MS ha⁻¹. No obstante, los cultivares de esta especie junto con Jester no tuvieron diferencias significativas entre ellos (Figura 5). La alta producción de *Vicia villosa* con respecto al resto de las especies puede deberse a su destacado comportamiento en ambientes marginales semiáridos con inviernos rigurosos y suelos de textura gruesa con baja fertilidad (Renzi y Cantamutto, 2013), que fueron las condiciones en las que se realizó el ensayo. Para diferentes genotipos de esta especie, Wilke y Snapp (2008) hallaron que la pubescencia de las hojas fue uno de los atributos asociados a la tolerancia a sequía y bajas temperaturas, otro de los mecanismos vinculados a la tolerancia al estrés hídrico fue el desarrollo proporcionalmente mayor del sistema radicular respecto al aéreo que ocurre en las primeras etapas vegetativas durante el invierno (Goar 1934).

Los cultivares de *Vicia sativa* tuvieron una baja acumulación de materia seca, desde 613 kg MS ha⁻¹ en el cultivar Francesca hasta 253 kg MS ha⁻¹ en Blancheafleur, esto se puede relacionar a que en esta especie los requerimientos hídricos durante el ciclo y el uso consuntivo de agua son mayores que en *Vicia villosa* (Baigorria y Cazorla 2010), además de poseer una moderada tolerancia a las bajas temperaturas invernales y preferencia por suelos fértiles (Renzi y Cantamutto, 2013).

Los cultivares Urana y Bridoom de la especie *Trifolium subterraneum* y Chetah de *Medicago truncatula* tuvieron una producción de 1064, 833 y 778 kg MS ha⁻¹ respectivamente, que, si bien son rendimientos medios para el ensayo, posiblemente se podrían haber incrementado con mayores precipitaciones durante el invierno, ya que al ser especies de clima mediterráneo requieren inviernos húmedos.

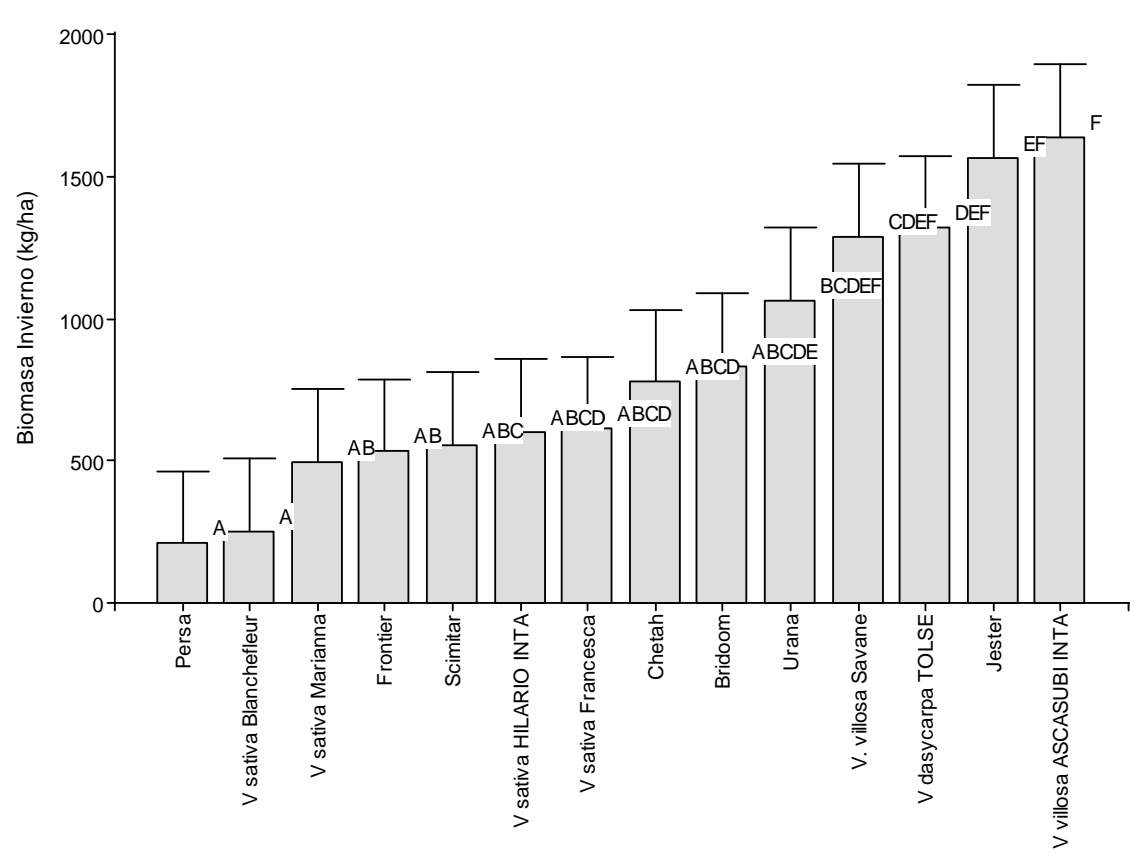


Figura 5. Producción de biomasa durante invierno para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$).

Producción de materia seca primaveral

En la producción de biomasa primaveral se destacó el cultivar ASCASUBI INTA de *Vicia villosa* con 3148 kg MS ha⁻¹, casi duplicando su producción invernal. Además del cultivar nombrado anteriormente el resto de los cultivares de la especie obtuvieron los mejores resultados, tanto el cultivar Savane de la subespecie villosa como TOLSE de la subespecie dasycarpa con 2040 y 1552 kg MS ha⁻¹ respectivamente. Por otro lado, el cultivar Marianna de *Vicia sativa* produjo 1611 kg MS ha⁻¹ en contraposición con la baja producción del resto de los cultivares de la especie que van desde 470 kg MS ha⁻¹ en el cultivar HILARIO INTA hasta 86 kg MS ha⁻¹ en el cultivar BlancheafLOUR (Figura 6).

Esta diferencia en producción entre las dos especies de *Vicia* puede deberse a las diferencias en la longitud de sus ciclos, *Vicia villosa* posee un ciclo entre 7 y 24 días más prolongado que *Vicia sativa*, dependiendo del ecotipo/cultivar (Piper y Mckee 1912). Esta mayor duración en el ciclo de *Vicia villosa* se debe a que posee una amplia indeterminación de la fase reproductiva, que solamente finaliza bajo condiciones ambientales extremas de elevada evapotranspiración, la cual es inducida por la alta temperatura del aire y la baja humedad ambiental (Keatinge et al. 1991, Petraityte et al. 2007), además esta especie posee un crecimiento postrado a diferencia de *Vicia sativa* que es más erecto, con lo cual logra una cobertura del suelo más rápidamente, favoreciendo a esta en la competencia con las malezas y disminuyendo la evapotranspiración.

Los cultivares de los géneros *Medicago* y *Trifolium* presentaron una producción muy baja en esta etapa de crecimiento, se pudo observar que terminaron su ciclo de crecimiento antes del muestreo, con marchitamiento y pérdida de plantas al llegar la fecha del mismo. Estos resultados pueden deberse a que, al ser especies adaptadas a climas mediterráneos su ciclo se termina cuando comienzan las altas temperaturas primaverales.

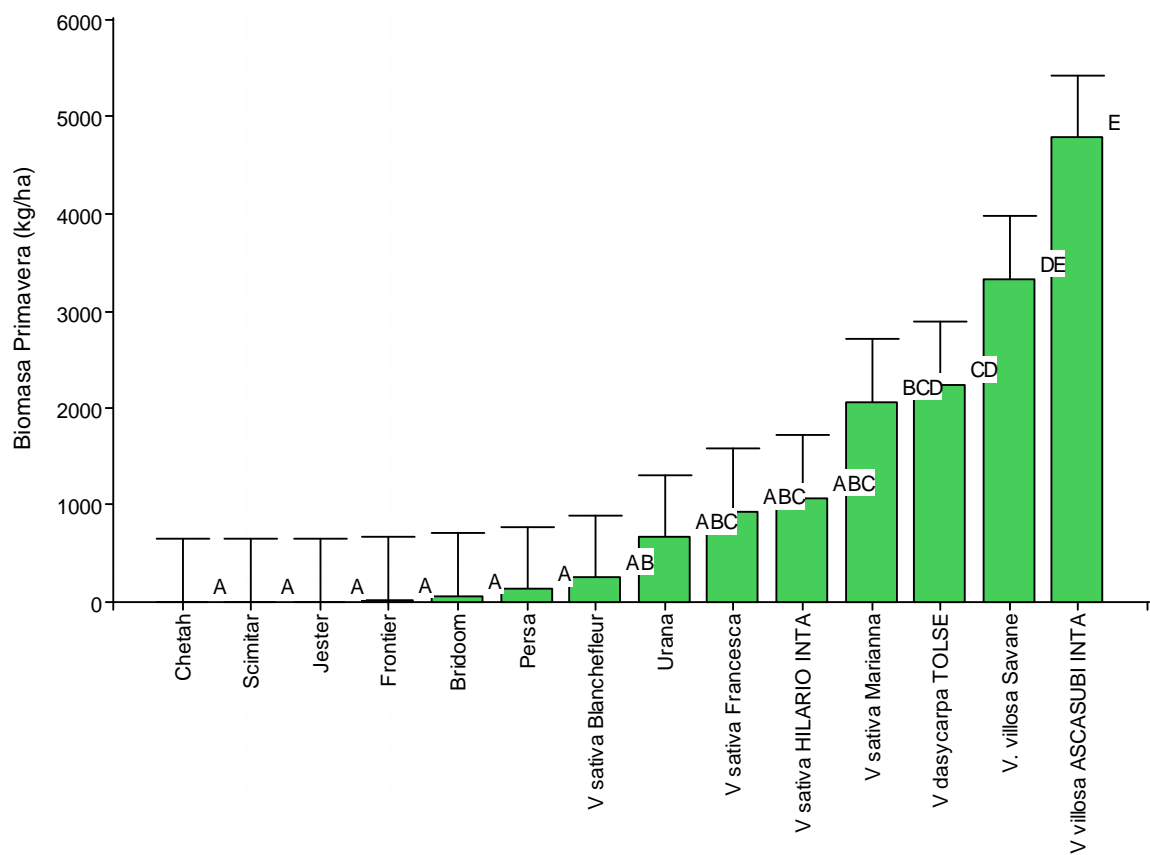


Figura 6. Producción de biomasa primaveral para diferentes leguminosas evaluadas en 2018, en Algarrobo. Letras distintas indican diferencias significativas según LSD ($p < 0,05$).

Estrategia de difusión de Vicia villosa en los sistemas de producción en el sur de Buenos Aires

Debido a las escasas opciones de leguminosas en los ciclos productivos en los ambientes semiáridos de la región Pampeana, la especie de *Vicia villosa* es una opción válida para diversificar y dar una mayor estabilidad a la oferta forrajera a lo largo del año. Esta especie se destaca por su adaptación a condiciones climáticas adversas con inviernos rigurosos y escasas precipitaciones, tiene buen comportamiento en suelos de textura gruesa y baja fertilidad. La tolerancia a la sequía de *Vicia villosa* se relaciona con la adecuación de su ciclo a la disponibilidad hídrica, debido a que tiene un crecimiento indeterminado y plasticidad reproductiva (Renzi y Cantamutto 2013). Entre los mecanismos asociados a la tolerancia a factores abióticos se pueden nombrar la pubescencia de las hojas y el desarrollo proporcionalmente mayor del sistema radicular respecto al aéreo que ocurre en las primeras etapas vegetativas durante el invierno (Goar 1934).

Las siembras consociadas de esta especie con cereales de invierno logran una mezcla nutricionalmente mejor balanceada y una productividad forrajera más prologada y estable (Velázquez Beltrán et al. 2002, Dhima et al. 2007). Esto se debe a que la *Vicia villosa* posee alto valor de proteína, similar al cultivo de alfalfa y superior a muchas otras leguminosas (Labarthe y Pelta 1971, Fraser et al. 2004) lo cual aumenta la digestibilidad del forraje. Otro punto destacado es que la mezcla de esta especie con cereales contribuye a eliminar los trastornos como la hipocalcemia e hipomagnesemia en animales lactantes, que ocurre en verdeos puros, especialmente en avena (Labarthe y Pelta 1971), además de no producir problemas de empaste en ningún periodo de pastoreo.

Otra estrategia de utilización de la especie es la interseembra en pasturas perennes tanto cultivadas (pasto llorón y agropiro) como nativas, en estas especies la deficiencia de nitrógeno es el factor de fertilidad más limitante, con pérdida gradual de la productividad, enmalezamiento y reducción de la carga animal (Roncedo y Pérez 2000). Esta consociación permite aumentar la producción de materia seca en primavera, la calidad de la misma y mejorar las propiedades edáficas, principalmente el contenido de nitrógeno tanto disponible como orgánico, por su aporte del mismo por fijación biológica y por su biomasa, tanto aérea como subterránea, lo cual disminuye costos en fertilización nitrogenada inorgánica.

En los últimos años el interés de esta especie por parte de los productores ha ido incrementándose, aunque se observan problemas en la difusión de la misma sobre todo por la incertidumbre que genera junto con el alto costo inicial de la semilla, la posibilidad de fracaso en el cultivo debido a los fenómenos climáticos excepcionales cada vez más frecuentes, como sequías con altas temperaturas primaverales. Si bien esto es una realidad, los costos y riegos se diluyen por la resiembra natural en el otoño luego de dejar semillar el cultivo en el primer ciclo, debido a la presencia de semillas con dormancia. Esta dormición se pierde cuando la semilla se expone a las altas temperaturas del verano. Además, las semillas dispersadas en forma natural al final del ciclo van perdiendo su dormancia en forma gradual a lo largo de los años, por lo tanto, no se requiere dejar semillar el cultivo todos los ciclos, sino ocasionalmente cada 3-5 años para restablecer el banco de semillas en el suelo (Renzi y Cantamutto 2013). A esto se suma, la posibilidad de almacenar la semilla cosechada para uso propio sin afectar en gran medida su germinación durante más de 5 años, siempre y cuando se mantenga con temperaturas frescas, aireadas y con bajo porcentaje de humedad, además de que no es atacada por insectos ni consumida por roedores.

Conclusiones

Las condiciones climáticas adversas de la región con el agravante de un año con inferiores precipitaciones en relación a la media histórica, nos permitieron evaluar las diferentes especies y cultivares de leguminosas forrajeras, según la adaptación de las mismas y su producción de materia seca a lo largo del ciclo.

Vicia villosa fue la especie que mejor adaptación tiene a estas condiciones, junto con una buena producción de materia seca en todo su ciclo, mereciendo una mayor difusión entre los productores y asesores del área de influencia que puede tener este trabajo. Además, se debería seguir trabajando en ensayos con las especies de los géneros *Medicago* y *Trifolium* evaluando su adaptación en años con niveles de lluvias más cercanos al valor medio, para así poder tener en un futuro más variedad de leguminosas forrajeras en estos ambientes, con las ventajas que conllevan las mismas en la cadena de producción.

Bibliografía

- ✓ Baigorria, T. Cazorla, C. 2010. Eficiencia del uso de agua por especies utilizadas como cultivos de coberturas. XII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, Santa Fe. 4p.
- ✓ Baxter, L.L., West, C.P., Brown, C.P. y Green, P.E. 2017. Stocker Beef Production on LowWater-Input Systems in Response to Legume Inclusion: I. Forage and Animal Responses. *Crop Science* 57:2294-2302.
- ✓ Cabrera, A. 1951. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica Vol. IV Nro. 1-24
- ✓ Capelli de Steffens, A. y Campo de Ferreras, A. 1994. La transición climática en el sudoeste bonaerense. Serie Monografías, Sigeo Bahía Blanca.
- ✓ Cappannini, D. y Lores, R. 1966. Los suelos del Valle Inferior del Río Colorado. Colección suelos N° 1 INTA.
- ✓ Carambula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo. 464 p.
- ✓ Carrillo, J. 2003. Manejo de pasturas. EEA INTA Balcarce. 458p.
- ✓ Delgado, I., Muñoz F. 2006. Uso de leguminosas forrajeras en las alternativas de cultivo de secano en Aragón. En: Congreso SEAE, VII, 2006, Zaragoza.
- ✓ Dhima, K.V. Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A. 2007. Competition índices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100:249-256.
- ✓ Ekpo, J.I., Bartholomew, P.W., Williams, R.D. 2002. Does seed size affect the rate of germination and early seedling growth in hairy vetch?. Research day abstracts: Regional Universities Research Day. P74.

- ✓ Fraser, J., McCartney, D., Najda, H., Mir, Z. 2004. Yield potential and forage quality of annual forage legumes in southern Alberta and northeast Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.* 84: 143-155.
- ✓ García, C. 1967. Análisis de las clasificaciones climáticas del territorio Argentino. Serie A N° 24. Buenos Aires.
- ✓ Goar, G.D. 1934. Vetches and related crops for forage. University of California, Berkeley, California. Circular 336, 18p.
- ✓ Kaiser, H. 2015. Adaptación, crecimiento y producción de Fabáceas forrajeras en el sur de Buenos Aires. Trabajo Final de Grado UNS-DA. 40p.
- ✓ Keatinge, J.D.H., Ali, A., Khan, B.R., Abd El Moneim, A.M., Ahmad, S. 1991. Germplasm evaluation of annual sown forage legumes under inviromental conditions marginal for crop growth in the highlands of West Asia. *Journal Agronomy and Crop Science* 166: 48-57.
- ✓ Labarthe, A., Pelta, H. 1971. Informe de Vicias. Agencia Cooperativa de Extensión Rural-INTA Torquinst.
- ✓ Ledgard, S.F. 2001. Nitrogen cycling in low input legume-based agriculture, with emphasis on legume/grass pastures. *Plant Soil* 228: 43-59.
- ✓ Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dhima, K.V., Dordas, C.A. y Yiakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticales in two seeding ratios. *Field Crop Res.* 99(2):106-113.
- ✓ Menghini, M. 2018. Intersiembra de leguminosas sobre *thinopyrum ponticum* como mejoradora de la biomasa forrajera, valor nutricional y estado orgánico del suelo. Tesis presentada para optar el grado de doctor en agronomía. UNS.DA. 183p.En:
<http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/4194/1/Tesis%20Menghini.pdf> (Visto: 08/10/2019)

- ✓ Minoldo, G. 2010. Impacto de largo plazo de diferentes secuencias de cultivo del sudoeste bonaerense sobre algunas propiedades químicas del suelo y la productividad del trigo. Tesis magister en ciencias agrarias. UNS.DA. 168p.
- ✓ Mitchell, G., and J. Cooper. 1989. Growing Paradana balansa clover. Experience in the mid-north areas of S.A. Bulletin 3/89. 20 p. Department of Agriculture, South Australia, Australia.
- ✓ Moreyra F., Conti V., González G., Vallati Al., Giménez F. 2014. Verdeos de invierno : utilización de verdeos de invierno en planteos ganaderos del sudoeste bonaerense. Área de Mejoramiento y Calidad Vegetal. INTA EEA Bordenave. En: https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_verdeos_de_invierno_1.pdf. (Visto: 6/10/2019).
- ✓ Nava, O., Galetto, A., Actis, J. J., Tocci, J., Occhiuzzi, S., et al. 2006. Zonificación Agroeconómica y Sistemas Productivos Predominantes. En: <http://www.ora.gov.ar/archivos/zonificacion%20y%20sistemas%20productivos.pdf>, (visto: 02/10/2019).
- ✓ Ovalle C., del Pozo, A., Squella, F., Arredondo, S., Cussen, R. 1997. Leguminosas forrajeras anuales. Recomendación de especies y cultivares para el Secano Mediterráneo de Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Chile. 32 p.
- ✓ Ovalle C., del Pozo, M.A., Arredondo, S., Bustos, P., Avendaño, J. 2003a. Caracterización preliminar de una colección de leguminosas forrajeras anuales para la zona mediterránea de Chile. Agricultura Técnica. 63(2).
- ✓ Ovalle, C., A. Del Pozo, J. Avendaño, T. Aravena, y M.E. Díaz. 2001. Cauquenes-INIA, nuevo cultivar de hualputra chilena (*Medicago polymorpha*), para áreas de secano mediterráneo. Agric. Téc. (Chile).
- ✓ Ovalle, C., del Pozo, A., Avendaño, J., Fernández, F., Arredondo, S. 2003b. Adaptación, Crecimiento y Producción de Nuevas Leguminosas Forrajeras Anuales

en la Zona Mediterránea de Chile. II. Comportamiento de las Especies en Suelos Graníticos del Secano Interior Subhúmedo. Agricultura Técnica. 65(3): 265-277.

- ✓ Ovalle, C., del Pozo, M.A., Arredondo, S., Chavarría, J. 2005. Crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona mediterránea de Chile. I. Comportamiento de las especies en la Cordillera Andina. Agricultura Técnica. 65(1): 35-47.
- ✓ Petraityte, N., Sliesaravicius, A., Dastikaite, A. 2007. Potential reproduction and real seed productivity of *Vicia villosa* L. Biologija 53:48-51.
- ✓ Piper, C.V., McKee, R. 1912. Vetches. U.S Department of Agriculture. Farmers Bulletin 515 28p.
- ✓ Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2013. Panorama Actual. Cap. 2, 37-50. En: Vicias: Bases agronómicas para el manejo en la Región Pampeana. 2013. Editores: Juan Pablo Renzi y Miguel Angel Cantamutto. Ediciones INTA. 299p.
- ✓ Roncedo C.S., Pérez, H.E. 2000. Intersiembra de leguminosas forrajeras en pasturas degradadas de *Chloris gayana* Kunt cv. Pioneer. Pasturas Tropicales 27:66-69.
- ✓ Sanchez, A. 2006. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. En:http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/leguminosas-como-potencial-forrajero-t1012/078-p0.htm#_=_. (Visto: 08/10/2019).
- ✓ Sánchez, R., Pezzola, N. y Cepeda, J. 1998. Caracterización edafoclimática del área de influencia del INTA EEA Hilario Ascasubi. INTA EEA Hilario Ascasubi. Boletín de divulgación N° 18. ISSN 0328-3321.
- ✓ Spehn, E.M., Scherer-Lorenzen, M., Schmid, B., Hector, A., Caldeira, M.C., Dimitrakopoulos, P.G. 2002. The role of legumes as a component of biodiversity in a cross-European study of grassland biomass nitrogen. Oikos, 98(2):205-218.

- ✓ Squella, F. 1992. The ecological significance of seed size in Mediterranean annual pasture legumes. 466 p. Ph. D. Thesis. The University of Australia, South Australia, Australia.
- ✓ Sturludóttir, E., Brophy, C., Bélanger, G., Gustavsson, A.M., Jørgensen, M., Lunnan, T. y Helgadóttir, A. 2014. Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada. *Grass Forage Sci.*, 69: 229-240.
- ✓ Torres Carbonell, C. 2010. Oportunidad de las pasturas perennes para mejorar la estabilidad frente la sequía en los sistemas ganaderos de la zona semiárida. En: <http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=1552> (visto: 06/10/2019).
- ✓ Vasicek, J. P. 2017 a. Cambios en el uso del suelo en el partido de Villarino: pasturas perennes. En: <https://inta.gob.ar/documentos/cambios-en-el-usodel-suelo-en-el-partido-de-villarino-pasturas-perennes> (visto: 02/10/2019).
- ✓ Vasicek, J. P. 2017b. Las pasturas perennes cultivadas en el partido de Villarino 2013-2017. ISSN 0328-3380 Boletín de divulgación N° 22: <https://inta.gob.ar/documentos/las-pasturas-perennes-cultivadas-en-el-partidode-villarino-2013-2017> (visto: 06/10/2019).
- ✓ Vasicek, J.P. 2018. Las pasturas de agropiro alargado en los sistemas productivos de secano del partido de Villarino. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/tapas_-_e-book_07-12-18_agropiro_vasicek_0.pdf (visto: 06/10/2019).
- ✓ Velázquez-Beltrán, L.G., Felipe-Pérez, Y.E., Arriaga-Jordán, C.M. 2002. Common vetch (*Vicia sativa* L.) for improving the nutrition of working equids in campesino systems of hill slopes in central México. *Tropical Animal Health and Production* 34: 169-179.
- ✓ Wilke, B. J. Snapp, S.S. 2008 Winter cover crops for local ecosystems: linking plant traits and ecosystem function. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 551-557.

Anexo imágenes



Imagen 1. Labor de siembra día 22 de marzo.



Imagen 2. Recuento de plántulas para obtener el coeficiente de logro.



Imagen 3. Día de muestreo de biomasa aérea invernal.