

Trabajo de intensificación

**Productividad y composición botánica de mezclas binarias de agropiro
alargado con leguminosas en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires.**

Eleno, Santiago Hernán

Tutor:

Ing. Agr. Dr. Mariano Menghini

Consejeros:

Ing. Agr. Mg. Rodrigo D. Bravo

Ing. Agr. Dr. Francisco R. Blázquez



Departamento de Agronomía

Universidad Nacional del Sur

2022

Agradecimientos

Este trabajo final forma parte de todas las personas que me apoyaron durante todos estos años, a los que están y a los que ya no.

Quiero agradecer especialmente a toda mi familia por haber llegado hasta esta etapa final, apoyándome todos los días para seguir adelante y darme la posibilidad de poder estudiar.

A mi novia por escucharme y apoyarme en los momentos donde más los precisé.

A mis amigos que fueron incondicionales en los malos y en los buenos momentos.

También contar con el apoyo de un profesor como Mariano. La verdad fui un privilegiado poder llevar a cabo un trabajo de investigación con una persona como él.

Agradecer también a mis tutores Pancho y Rodrigo que siempre que tuve algún tipo de duda estuvieron.

Y a la Universidad Nacional de Sur por hacerme pasar la mejor etapa de mi vida.

Gracias.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue comparar la disponibilidad forrajera de una pastura pura de agropiro y su consociación utilizando 3 leguminosas distintas; *Vicia villosa*, *Lotus tenuis* y *Melilotus alba*. Se realizaron dos experimentos durante los años 2019 – 2020, cada uno en diferentes potreros del Campo Experimental Napostá, convenio UNS y MDA-PBA. El experimento 1 se desarrolló en el lote 17 y el Experimento 2 en los lotes 13 y 14. El experimento 1, tuvo dos tratamientos, un control que consistió en una pastura de agropiro alargado pura (AgrPur) y su consociación con *Lotus corniculatus* (AgrLot). Mientras que, el experimento 2 tuvo tres tratamientos, una pastura de agropiro alargado pura (AgrPur), como control, una consociación con *Vicia villosa* (AgrVic) y otra con *Melilotus albus* “trébol de olor blanco” (AgrTre). El pastoreo de los tratamientos en cada experimento fue en simultáneo, siguiendo las prácticas habituales del establecimiento bajo la coordinación del Tec. Martín de Lucía. Se determinó la disponibilidad forrajera, antes y después de cada pastoreo. Además, previo al pastoreo, se analizó la cobertura forrajera utilizando dos softwares distintos, CobCal y CANOPEO. También, se evaluó el efecto de la disponibilidad forrajera de agropiro al momento de la intersembrado sobre la implantación de *V. villosa*. Las muestras de forraje, fueron llevadas al laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional del Sur para separar el material por especie, en el caso de las consociaciones y determinar el porcentaje de materia seca y calcular la disponibilidad de forraje por hectárea. Se determinó el intervalo de pastoreo en días y en grados día calculado como sumas termicas (Temperatura base 4 °C). Se encontró que una disponibilidad de biomasa de agropiro alargado hasta 2500 kgMS/ha no afectó significativamente la implantación de la *V. villosa*. La especie *V. villosa* logró establecerse en la pastura de agropiro alargado y toleró un pastoreo durante la implantación. En noviembre y enero la disponibilidad de materia seca en AgrVic aumento en comparación con AgrPur. *L. corniculatus* y *M. albus* no lograron implantarse de manera adecuada ni resistir el pastoreo. Los períodos de descanso de las pasturas de agropiro alargado fueron de 717 °Cd y 46 días. No se pudo estimar la biomasa de agropiro puro o consociado a partir de los valores obtenidos por el software CANOPEO y CobCal. La intersembrado de *V. villosa* utilizando 6 kg semilla/ha constituye una herramienta viable para aumentar la producción de la pastura de agropiro en noviembre.

Palabras claves: Intersiembrado - *V. villosa* – Disponibilidad – A. alargado

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Resumen | 3 |
| 1.Introducción | 5 |
| 1.1 Consociación de pasturas | 5 |
| 1.2 Planificación del pastoreo | 6 |
| 1.3 <i>Thinopyrum ponticum</i> | 7 |
| 1.4 <i>Vicia villosa</i> | 8 |
| 1.5 <i>Melilotus albus</i> | 8 |
| 1.6 <i>Lotus corniculatus</i> | 9 |
| 1.7 Cobertura de las pasturas | 9 |
| 2. Hipótesis | 11 |
| 3. Objetivo general | 12 |
| 3.1 Objetivos específicos | 12 |
| 4. Materiales y métodos | 13 |
| 4.1 Sitio de estudio | 13 |
| 4.2 Tratamientos y diseño experimental | 15 |
| 4.3 Implantación de <i>Vicia villosa</i> | 16 |
| 4.4 Determinación de biomasa | 16 |
| 4.5 Sumas térmicas en intervalo de descanso y pastoreo | 17 |
| 4.6 Determinación de cobertura | 18 |
| 4.7 Análisis estadístico | 20 |
| 5. Resultados y discusiones | 21 |
| 5.1 Implantación de <i>V. villosa</i> | 21 |
| 5.2 Disponibilidad de forraje | 23 |
| 5.2.1 Experimento 1 (Lote 17) | 23 |
| 5.2.2 Experimento 2 (Lote 14) | 24 |
| 5.3 Cobertura | 27 |
| 5.4 Sumas térmicas en intervalo de descanso y pastoreo | 30 |
| 6. Conclusiones | 34 |
| 7. Bibliografía | 35 |

1. Introducción

En el área de influencia de la Universidad Nacional del Sur, sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, los sistemas ganaderos que predominan son mayoritariamente de base pastoril, donde pasturas cultivadas y naturales son el componente principal de la dieta de los animales. La región se caracteriza por su clima semiárido como también por sus suelos con baja productividad y almacenamiento de agua. Las precipitaciones son variables tanto anual como estacionalmente, siendo uno de los principales desafíos al momento de diseñar la planificación forrajera.

Las gramíneas perennes de ciclo otoño-invierno-primaveral (OIP) complementan la producción forrajera de los sistemas pastoriles basados en especies anuales o de ciclo primavera-estival (Gunter *et al.*, 2012), incluso pueden reducir las necesidades de utilización de suplementos durante el invierno por aumentos de los períodos de pastoreo (Hoveland *et al.*, 1978). Trabajar con especies forrajeras perennes presenta una serie de ventajas en lugar de pastoreo con especies anuales, que dependen fuertemente de las condiciones climáticas del año. Las especies forrajeras perennes ayudan a reducir directamente la evaporación de agua del suelo, control de la erosión hídrica y eólica, manteniendo la fertilidad, y secuestrando carbono atmosférico. El agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) es gramínea templada perenne de ciclo (OIP), adaptada a las condiciones agroclimáticas de nuestra zona y que permite una oferta de forraje relativamente estable a lo largo de los años. Sin embargo, la calidad nutricional del agropiro alargado cae mucho con el avance del estado de madurez (Asay y Jensen, 1996).

1.1 Consociación de pasturas

El valor nutritivo de pasturas de gramínea perenne podría aumentar a través de una mezcla con leguminosas. La consociación de una gramínea perenne con una leguminosa contribuye a mantener la productividad en el sistema (Khatiwada *et al.*, 2020), sobre todo en períodos de tiempo donde las pasturas perennes no producen forraje o tienen bajas tasas de crecimiento. El interés por especies leguminosas en la región está creciendo de manera considerable principalmente por su aporte de forraje de calidad, su capacidad para fijar N de la atmósfera lo que permitiría disminuir la utilización de fertilizantes industriales en los ecosistemas (Muir *et al.*, 2011).

La inclusión de leguminosas en general mejoran la calidad de la dieta global de los animales por varios motivos. Menghini, (2019) reporta que agropiro alargado intersembrado con *Vicia*

villosa aumenta el contenido de proteína bruta (PB) y digestibilidad, mientras que disminuye la pared celular (FDN), respecto al agropiro puro. Esto permite una flexibilidad en cuanto al manejo de la defoliación, ya que las mezclas de pasturas con leguminosas mantienen mejor el valor nutritivo de la pastura en el tiempo, respecto a los monocultivos de gramínea (Luscher *et al.*, 2014). Además, la leguminosa contribuye a la incorporación de nitrógeno al sistema a través de incorporación al suelo por medio de la fijación simbiótica (Glatzle, 1999). Trabajos previos realizados en el Campo Experimental Napostá, sobre parcelas excluidas del pastoreo determinaron que la producción forrajera en octubre de agropiro alargado fue 605 kg MS/ha y esta aumentó a 1229 kg MS/ha cuando se intersembró *V. villosa* a razón de 60 plantas de vicia/m² (Menghini, 2015). En el mismo estudio se observó que la producción forrajera total tendió al aumento cuando *Melilotus albus* (trébol de olor blanco) fue intersembrado sobre agropiro alargado. En la región no se encuentra información de índices productivos de agropiro intersembrado con *M. albus* o *V. villosa* bajo pastoreo bovino.

1.2 Planificación del pastoreo

Palabras claves: Intensidad - Frecuencia

Programar un pastoreo eficiente presupone garantizar los períodos de descanso adecuados de la pastura, para maximizar el crecimiento de forraje por unidad de superficie y de forma paralela cosechar la mayor cantidad de forraje en el siguiente pastoreo mediante el animal. El pastoreo de intensidad alta asegura la máxima cosecha de forraje, pero en ocasiones, puede reducir la producción subsiguiente de forraje al minimizar el área foliar remanente para la captación de energía lumínica. Por otro lado, el pastoreo liviano maximiza la producción por animal, pero con el perjuicio de permitir un elevado porcentaje de biomasa que muera. Además, facilita la selección de especies palatables por el ganado en detrimento de especies menos palatables. El manejo óptimo de la defoliación resulta, entonces, del compromiso entre la necesidad de retener área foliar para fotosintetizar, y la necesidad de remover el tejido foliar antes de que una alta proporción senezca (Parsons, 1988).

El crecimiento de las plantas está determinado por factores ambientales, principalmente el fotoperiodo, humedad y los nutrientes del suelo y temperatura. Esta última, es el factor más importante que induce el crecimiento y/o desarrollo de las plantas a través de todas sus fases y es expresada en sumas térmicas (Anslow, 1966). Esta suma es una medida que se expresa en grados día de crecimiento (°Cd).

Para calcularla se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- La Temperatura media diaria, hace referencia al valor medio de las temperaturas de un día determinado del año. Se suele calcular como valor medio de las temperaturas extremas del día (máximas y mínimas).
- La temperatura base es la temperatura mínima por la cual las plantas comienzan a crecer, y este varía según cada especie.

1.3 *Thinopyrum ponticum* “Agropiro alargado”

El agropiro alargado es una especie introducida de gramínea perenne templada, que se utiliza principalmente en la región semiárida del sudoeste bonaerense por su buena adaptación y tolerancia a suelos con altos niveles de salinidad y sodicidad (Asay y Jensen, 1996). Asimismo, se ha constatado una gran aptitud para los ambientes de secano fuera de los bajos inundables de la zona, con suelos de tipo franco, en planicies, incluso de baja profundidad efectiva (35 a 45 cm). Su resistencia a los periodos prolongados de sequía está relacionado con su sistema radical desarrollado, con gran capacidad para profundizar en el perfil de suelo. Posee un buen valor nutritivo con valores de digestibilidad de la materia seca que oscila entre el 55% y 65% en el estado vegetativo (Borrajo y Alonso, 2001). Con el paso del tiempo y la madurez, la planta pierde calidad por aumento de los contenidos lignocelulósicos de su pared celular, disminuyendo su valor nutricional. Durante el invierno, al ser especie OIP, se mantiene verde siendo de gran utilidad para la utilización con vacas en el período de gestación y parición. En este sentido, su vasto espectro de adaptación a distintos tipos de suelos y manejos estaría demostrando el enorme potencial de esta especie para incrementar y estabilizar la receptividad ganadera en los sistemas de la región (Ferrari y Maddaloni, 2006).

La vida media foliar es el producto de la tasa de aparición de hojas y el número de hojas vivas por macollo. La tasa de aparición de hojas en agropiro ronda los 94 a 148 °Cd/hoja, según un estudio de Frank y Bauer (1995). Aunque, Bartholomew y Williams (2005) reportan para agropiro (Cv. “Jose”) en promedio 110 °Cd/hoja con una temperatura base de 0°C. Estudios realizados por el grupo de pasturas de Balcarce reportan de 130 a 200 °Cd/hoja. Como agropiro alargado presenta alrededor de 3 hojas vivas por macollo, según Borrajo y Alonso (2014) la vida media foliar en agropiro en el sur de la provincia de Buenos Aires, está en torno a los 465°C día. Pudiendo haber

cierta variación entre materiales genéticos $\pm 42^{\circ}\text{C}$, tomando en este caso una temperatura base de 4°C .

1.4 *Vicia villosa* “Vicia”

La Vicia (*V. villosa*) es una leguminosa forrajera anual, nativa de Europa y del oeste de Asia. Es una planta trepadora, con hojas pinnadas provistas de zarcillo terminal dividido (Parodi, 1959). Su ciclo es otoño-invierno-primaveral (Renzi, 2009) y florece en nuestra región en noviembre-diciembre. Presenta gran adaptación y estabilidad productiva a las condiciones de la región semiárida bonaerense, debido a su tolerancia al frío y la sequía. Esta especie posee capacidad potencial para naturalizarse, debido entre otros factores, a la presencia de dormancia en las semillas (Keatinge *et al.* 1998, Snapp *et al.* 2005, Renzi y Cantamutto 2009). En relación a su productividad puede variar entre 1980 a 5580 kg MS/ha en un sistema bajo riego y aproximadamente 1400 kg MS/ha en secano (Vanzolini, 2011).

1.5 *Melilotus albus* “Trébol de olor blanco”

El Trébol de olor blanco, también es una leguminosa forrajera tolerante a condiciones de bajas temperaturas, moderados encharcamientos en suelo y resistente a sequías. Es valorada como recurso forrajero por su rusticidad y calidad (Evans y Kearney, 2003; Nichols *et al.*, 2007). Su buena adaptación a áreas salinas donde forrajeras tradicionales no pueden crecer hace que sea utilizadas en países como Argentina, España, Canadá y Rusia (Maddaloni, 1986). En promedio, la biomasa aérea del trébol de olor blanco se compone de 47 % de hojas y 53 % de tallos, que son la parte más fibrosa y menos digestible (Ríos *et al.*, 1993). Esta especie tiene la particularidad de que no se cultiva en todas las partes del mundo ya que puede convertirse en una maleza para un sistema agrícola, como también por la característica de poseer cumarina, compuesto que puede actuar como anticoagulante y causar una hemorragia en animales que la consumen (Evans y Kearney, 2003; Nair *et al.*, 2006).

1.6 *Lotus corniculatus* “Trebol de cuernitos”

Es originario de Europa y Asia menor, con crecimiento primavero estival. Es una especie de importancia forrajera para la nutrición de rumiantes porque posee un amplio rango ecológico y resulta particularmente adecuada para suelos relativamente infértiles (Frame, 2005). No presenta riesgo de meteorismo por la presencia de taninos en su composición (Seaney y Henson 1970, Marten y Jordan 1979) y tiene valores nutritivos que rondan entre 5.8- 21.7% de PB y entre 30-60.4% de FDN durante la estación de crecimiento (Veneciano JH y Privitello MLJ 1993).

1.7 Cobertura de las pasturas

La fracción de la superficie del suelo cubierta por una superficie verde se la conoce como cobertura. La cobertura es una variable de diagnóstico que puede utilizarse para estudiar el desarrollo de la canopia de los cultivos, la intersección de luz y la evaporación.

Canopeo® es una aplicación para teléfonos móviles desarrollada en la Universidad Estatal de Oklahoma (Patrignani y Ochsner, 2015) que funciona tanto en teléfonos Android (Google®) como iOS (Apple®). Canopeo® es una herramienta de análisis de imágenes que utiliza valores de color en el sistema rojo-verde-azul (RGB) para determinar el porcentaje de cubierta verde. Esta desarrollada para identificar la fracción denominada “Fractional green canopy cover (FGCC)”. Esta fracción ha surgido como una variable no destructiva y relativamente fácil de medir que se emplea en disciplinas como la ecología, las ciencias ambientales y la agronomía para cuantificar la cobertura vegetal activa del suelo a diferentes escalas en el espacio y el tiempo (Patrignani y Ochsner, 2015). La principal ventaja que ofrece respecto de otras aplicaciones, según sus desarrolladores, es la facilidad y rapidez con la que se toma el valor. El sistema permite procesar la foto con diferentes escalas de contraste (1 a 100%). Por defecto la aplicación trabaja al 50%. La aplicación Canopeo se puede descargar en www.canopeoapp.com

Por otro lado, como herramienta nacional tenemos el programa CobCal desarrollado por técnicos del INTA Concepción del Uruguay. CobCal basa su funcionamiento en la colorimetría, es decir, la medición y cuantificación de colores. Requiere de un trabajo en gabinete para el procesamiento de la imagen. El programa requiere de la selección manual de 3 colores correspondiente a cobertura que se desea medir y otros tres colores que servirán como referencia al contraste que se desea considerar. En este sentido, la misma imagen puede tomar valores

diferentes en función del operario y del número de veces que se procese la imagen. Además, permite considerar la cobertura por broza o material muerto. Para el presente estudio se utilizó la Versión 2.0.68. La aplicación Cobcal se puede descargar en www.cobcal.com.ar

2. Hipótesis

Hipótesis 1 - Mediante interseembra otoñal es posible incluir una leguminosa como *Vicia villosa*, *Melilotus albus* o *Lotus corniculatus* en pasturas puras de agropiro alargado en el sudoeste bonaerense.

Hipótesis 2 - La implantación de las leguminosas es afectada negativamente si la disponibilidad de agropiro alargado es alta.

Hipótesis 3 - La inclusión de una leguminosa en la pastura de agropiro alargado aumenta la disponibilidad y cobertura de biomasa.

3. Objetivos general

El objetivo general para este proyecto de investigación fue, evaluar la disponibilidad forrajera y cobertura de una pastura pura de agropiro alargado y su consociación con *Vicia villosa*, *Melilotus alba* y *Lotus corniculatus* durante un ciclo de crecimiento bajo situaciones habituales de pastoreo en el Campo Experimental Napostá, convenio UNS y MDA-PBA.

3.1 Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la biomasa del cultivo de agropiro sobre la implantación de *Vicia villosa*.
2. Evaluar la biomasa y composición botánica de las pasturas a lo largo de un ciclo de crecimiento.
3. Estimar la cobertura de suelo mediante diferentes métodos.
4. Estudiar la frecuencia de defoliación de agropiro alargado teniendo como referencia los grados días de crecimiento.

4.0 Materiales y métodos

4.1 Sitio de estudio

El ensayo se llevó a cabo desde marzo de 2019 hasta marzo del 2020. Se realizaron dos experimentos en el Campo Experimental Napostá, convenio UNS y MDA-PBA, cada uno en diferentes lotes. El experimento 1 se desarrolló en el lote 17 y el Experimento 2 en los lotes 13 y 14 (Figura 1).

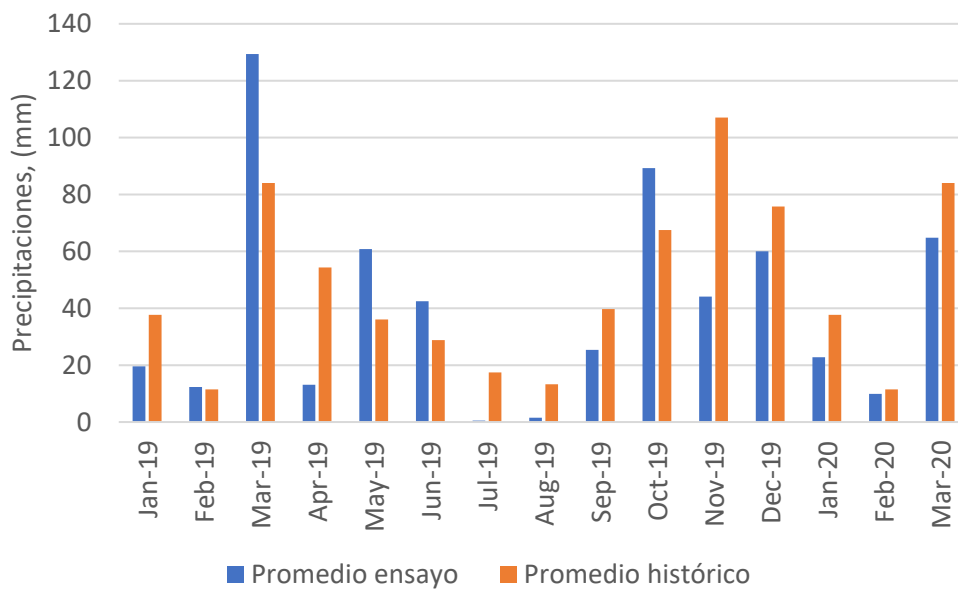
El suelo de ambos experimentos tiene la característica de presentar una napa freática entre los 30 a 100cm ya que cuenta con ambientes cercanos a cursos naturales de agua. Presenta una pendiente menor al 1% con drenaje deficiente. La textura es franco arcillo-limosa con contenidos de P disponible >12 ppm, materia orgánica cercana al 4%, niveles salinos moderados (3 a 5 dS/m de Conductividad eléctrica). Presenta problemas de sodicidad en el subsuelo y pH >8,5 y PSI=20. Por sectores sodio en superficie (Bravo, 2016). Son ambientes caracterizados por presentar agropiro alargado naturalizado y presencia de pelo de chancho (*Dystchlis spicata*).



Figura 1. Ubicación de los lotes dentro del Campo Experimental Napostá. Experimento 1 en lote 17 y Experimento 2 en lotes 13 y 14. Fuente: Google Earth

Los parámetros climáticos que caracterizan al establecimiento son los siguientes: la temperatura promedio del aire es de 15°C, dando lugar a un clima templado. La media del mes más frío (Julio) es de 8°C y la del mes más cálido (enero) es de 23 °C. Con respecto a las precipitaciones, el promedio histórico anual es de 600mm y durante el verano es cuando ocurren los mayores déficits hídricos.

Los datos de la estación meteorología ubicada en el establecimiento reportan que la temperatura media para el periodo de estudio 2019/2020 fue 22°C y las precipitaciones acumuladas 660,4 mm, siendo Marzo y Octubre de 2019 los meses con mayores precipitaciones. Durante el invierno se registró un déficit hídrico que pudo haber limitado el crecimiento de las pasturas (Figura 2).



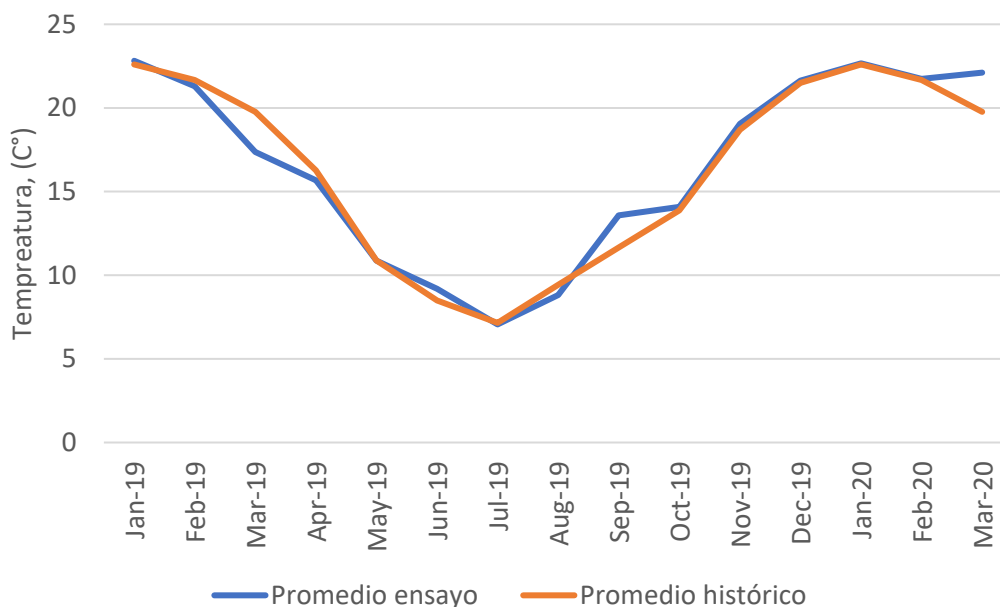


Figura 2. Registros climáticos medios históricos y del período de estudio en Campo Experimental Napostá, convenio UNS y MDA-PBA. Arriba: Precipitaciones. Abajo: Temperatura.

4.2 Tratamientos y diseño experimental

El experimento 1 se estableció en el Lote Nº17 (según código de uso interno), que se encontraba implantado con agropiro y presentaba una densidad de macollos al 17/07/2019 de 1655 macollos/m². Se establecieron dos tratamientos: AgrPur: Agropiro puro (utilizado como control) y AgrLot: Agropiro intersembrado con *Lotus corniculatus* (3,5 kg/ha). La fecha de intersembrado del *L. corniculatus* fue el 17/04/2019.

El experimento 2 se estableció en los Lotes Nº 13 y 14. Para el 17/07/2019 se encontraba implantado con agropiro y presentaba una densidad de macollos de 1697 macollos/m². Allí se establecieron tres tratamientos: AgrPur: Agropiro puro (utilizado como control), AgrVic: Agropiro intersembrado con *Vicia villosa* (6 kg/ha) y AgrTre: Agropiro intersembrado con *Melilotus albus* (2,8 kg/ha). Las intersembras se realizaron luego de una defoliación intensa con animales el día 29/03/2019 para de *V. villosa*, y el 16/04/2019 para *M. albus*.

La calidad de las semillas de *L. corniculatus* y *V. villosa* fueron analizadas en el laboratorio de Pasturas, en el Departamento de Agronomía-UNS, siguiendo las normas ISTA. Se analizó pureza, P1000 semillas y poder germinativo (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de Peso de mil semillas (P1000), Poder germinativo y Pureza (%) de *L. corniculatus* y *V. villosa* utilizadas en los experimentos.

| Especie | P1000, g | Poder Germinativo, % | Pureza% |
|------------------------|----------|----------------------|---------|
| <i>L. corniculatus</i> | 1,02 | 85 | 99,6 |
| <i>V. villosa</i> | 34,14 | 93 | 82,5 |

4.3 Implantación de *Vicia villosa*

Para completar el primer objetivo se determinó el efecto de la biomasa presente de agropiro implantado sobre la eficiencia de implantación de *V. villosa*. El día 17/07/2019 (110 días después de la intersembrado) se tomaron 40 muestras al azar sobre una superficie de 0,2 m² cada una en la pastura del tratamiento AgrVic. En cada punto de muestreo se contó el número de plántulas de *V. villosa* y se realizó un corte del material vegetal con tijeras a 4 cm de suelo, para calcular la biomasa disponible de agropiro. Una vez cortado, el forraje se colocó en una bolsa debidamente rotulada y se remitió la muestra al laboratorio. En el laboratorio de Nutrición Animal Dto. Agronomía-UNS las muestras fueron separadas por especie y pesadas inmediatamente en fresco para luego secarse a 60°C en estufa de aire forzado hasta peso constante (AOAC, 2000) a fin de obtener el contenido de materia seca (MS). Con esta información se calculó la biomasa aérea total disponible de agropiro alargado en kilogramos MS/hectárea (kg MS/ha).

4.4 Determinación de biomasa

Para el muestreo de forraje, se realizaron cortes a 4 cm de suelo sobre todos los tratamientos de cada experimento de forma simultánea. Los cortes para determinación de biomasa se realizaron previo a la entrada de los animales en la pastura y a la salida de los mismos. Para el muestreo prepastoreo se tomó el forraje en 10 puntos representativos de cada lote. Mientras que, el muestreo pospastoreo se realizó en 5 puntos, considerando una menor variabilidad de la biomasa dejada en el remanente. Cada punto estuvo representado por un aro metálico de 0,2m² de superficie (Figura 3). La frecuencia de defoliación se determinó de manera directa, a campo, teniendo en cuenta el avance del estado de crecimiento de la pastura de

agropiro, esto estuvo a cargo del encargado del establecimiento, siguiendo los criterios que habitualmente utiliza para el ingreso de los animales a los lotes.

El material colectado se colocó en bolsas plásticas, con el rótulo correspondiente y la muestra se envió al laboratorio. Para el cálculo de biomasa en cada corte, las muestras recolectadas fueron separadas en laboratorio por especie y pesadas inmediatamente en fresco para luego secarse a 60°C en estufa de aire forzado hasta peso constante (AOAC, 2000) a fin de obtener el contenido de materia seca (MS).

Con esta información se estimo la biomasa aérea de la pastura (kg MS/ha), como: disponibilidad de forraje pre-pastoreo – disponibilidad de forraje post pastoreo anterior.



Figura 3: Ejemplo de muestreo en pastura pura de agropiro puro.

4.5 Sumas térmicas en intervalo de descanso y pastoreo

Se calculó los intervalos entre pastoreos de las pasturas en los experimentos en días y en grados día de crecimiento ($^{\circ}\text{Cd}$) acumulados. El cálculo de la suma térmica acumulada en grados

día de crecimiento durante el intervalo se calculó como: Σ días de intervalo (Temperatura media diaria - 4°C). Para el intervalo de descanso de la pastura se consideró el día que los animales salen de la pastura, como día 0 (cero), a partir del cual comienza a sumarse los grados días. Mientras que para el intervalo de pastoreo se consideró el día que los animales entran a la pastura como el día 0 (cero).

Con el valor de biomasa acumulada en las pasturas AgrVic y AgrPur del experimento II se calculó un crecimiento de forraje como: kg MS/ha disponibles a la entrada de los animales - kg MS/ha disponible a la salida del pastoreo anterior. Con dicha información se calculó una tasa de crecimiento, expresada como, kg MS/°Cd, de la siguiente manera: crecimiento de forraje / °Cd, del período de descanso correspondiente.

4.6 Determinación de cobertura

Para la determinación de la cobertura vegetal, se utilizaron dos programas. Uno de ellos es CANOPEO© y el otro programa utilizado fue el CobCal© Versión 2.0.68.

En cada fecha de muestreo de biomasa se procedió a la determinación de cobertura. Previo al corte de forraje se tomó una foto con la cámara del celular en el lugar donde se ubicaba el aro metálico (0,2m²). Para CobCal© se requiere descargar la imagen a una computadora, y seleccionar los colores correspondientes a la cobertura y el contraste.

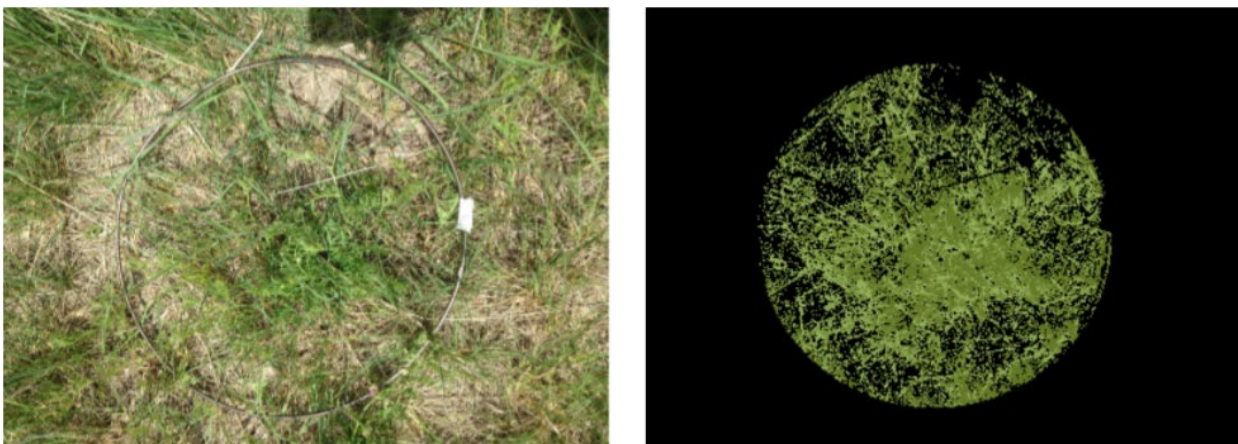


Figura 4: Izquierda: Foto tomada sobre la pastura. Derecha: imagen procesada con el software CobCal.

Una vez cargada la foto en la aplicación, se marcan 3 puntos dentro de la imagen considerados broza y/o suelo desnudo, y otros 3 puntos considerados material verde. Tanto para la broza y como para el material verde se pretendió cubrir la mayor variabilidad de colores posible para que el resultado sea más exacto. En la imagen (Figura 4) se puede observar de verde la cobertura. A partir de conteo de píxeles la aplicación determinaba un porcentaje de cobertura.

La aplicación CANOPEO© arroja instantáneamente el valor de cobertura utilizando dos valores de contrastes de 50% y 100% (Figura 5). Se utilizó la cámara trasera del celular, ubicada en posición paralela al suelo, a una altura aproximada de 60 cm. Con el objetivo de disminuir posibles errores producidos por la presencia de sombras y objetos oscuros, así mismo esta actividad fue realizada sobre las horas del mediodía (11 a 13 hs).

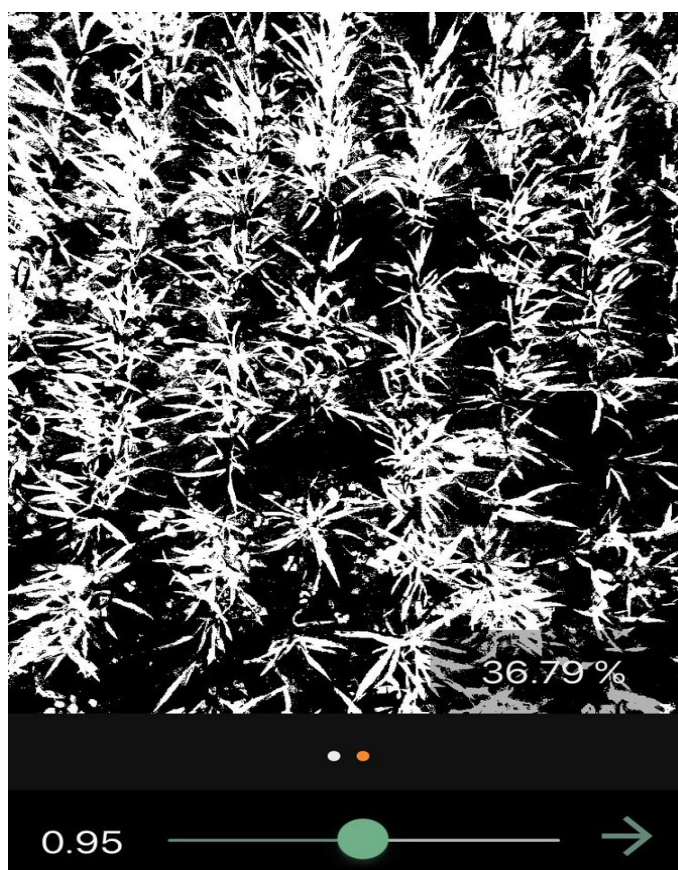


Figura 5: Ejemplo de resultado obtenido a partir de la utilización del programa CANOPEO.

4.7 Análisis estadístico

Para el estudio de implantación de *V. villosa* sobre pasturas de agropiro, se utilizó un análisis de regresión. Donde la variable regresora fue la biomasa de agropiro y la variable dependiente la densidad de plantas de *V. villosa*.

Los datos de biomasa forrajera se analizaron mediante parcelas divididas, donde el factor principal fue la *Pastura* (Dos niveles del factor principal en el Experimento 1: AgrPur y AgrLot. Tres niveles del factor principal en el experimento 2: AgrPur, AgrTre y AgrVic) y el factor secundario fueron las *Fechas de corte*. En el caso de presentar interacción (*Pastura x Fecha de corte*) se decidió analizar los valores para cada fecha de corte por separado, es decir, comparando las pasturas. Como en laboratorio se separó el forraje por especies, también se comparó el rendimiento de agropiro alargado creciendo junto con *V. villosa* (AgrVic) y el control correspondiente a AgrPur.

Los valores de cobertura se analizaron solo para el experimento 2 y para cada fecha de corte por separado, mediante un ANOVA doble entre *Pastura* (AgrPur, AgrVic y AgrTre) x *Aplicación* utilizada para la determinación. El factor *Aplicación* tuvo tres niveles (CANOPEO con 50 y 100% de contraste y CobCal). Además, se hizo un análisis de regresión lineal entre el valor de cobertura estimado por las diferentes aplicaciones (variable regresora) y la biomasa de agropiro alargado (variable dependiente).

Se decidió hacer el análisis para pre y pospastoreo por separado, con el fin de no tener datos desbalanceados. Debido a que, en el prepastoreo hay 10 repeticiones y en pospastoreo 5. La unidad experimental (repetición), es el punto de muestreo con el aro metálico. Los valores medios se compararon con el test de Tukey ($p < 0,05$). Todos los datos fueron analizados utilizando el software estadístico Infostat (2008).

Los valores de intervalo de pastoreo y descanso de la pastura calculados en días y sumas térmicas no fueron sometidos a un análisis estadístico. Al igual que los valores calculados de tasas de crecimiento de la pastura.

5.0 Resultados y discusiones

Se realizaron 4 pastoreos durante el período del ensayo en ambos experimentos. Las lluvias resultaron limitantes para la adecuada implantación de las leguminosas, ya que durante abril, julio, agosto y septiembre estuvieron por debajo de los promedios históricos. De las tres leguminosas estudiadas, *V. villosa* fue la que mejor se adaptó a las condiciones del estudio y realizó un aporte de forraje mayor para alimentación animal. Mientras que, *L. corniculatus* y *M. albus* no lograron implantarse ni resistir la presión del pastoreo. Por lo tanto, las pasturas que se preveían consociadas de los tratamientos AgrTre y AgrLot, resultaron puras de agropiro alargado. Ambas leguminosas no realizaron ninguna contribución forrajera para los animales.

Los motivos por los cuales no se logró la implantación de *L. corniculatus* y *M. albus* pueden ser varios y estar relacionados. Respecto a *L. corniculatus*, se constató visualmente la implantación mediante observación de plántulas en la línea de siembra. La calidad de la semilla fue buena (85%PG). Al momento del primer pastoreo, las plántulas observadas de esta leguminosa se encontraban con 3 a 5 hojas verdaderas, pero luego del pastoreo, dejaron de observarse dichas plántulas. Por lo tanto, se cree que el principal factor que generó el fracaso de la implantación, fue la presión de pastoreo durante etapas muy tempranas de desarrollo. En cambio, para *M. albus* nunca se observaron plántulas durante los meses posteriores a la intersembrado. En este caso, pudo deberse a la sequía, competencia de plantas de agropiro durante la implantación, características del suelo, calidad de semilla o una interacción entre ellos. Aunque no se guardó una muestra para comprobar la calidad de la semilla, se trataba de una semilla nueva comprada en agronomía local.

Por lo tanto, bajo las condiciones de este ensayo se rechaza parcialmente la hipótesis 1 que establecía que mediante intersembrado otoñal se puede implantar *V. villosa*, *M. albus* o *L. corniculatus* en pasturas puras de agropiro alargado, ya que solo se estableció *V. villosa*.

5.1 Implantación de leguminosas

La intersembrado de un cultivo anual sobre una pastura ya instalada induce la aparición de formas de competencia entre las especies por los recursos disponibles, principalmente agua, luz, y nutrientes. En el presente estudio dicha competencia se evaluó mediante un análisis de regresión. Para las condiciones del estudio se observó que con menos de 2.500 kg MS/ha de agropiro alargado no hay evidencia que la disponibilidad forrajera haya afectado la densidad de plantas de

V. villosa a los 110 días de la intersembra (Figura 6). Debido a que, la regresión no fue significativa ($p=0,1872$).

La densidad de semillas viable de *V. villosa* fue 16,3 semillas/m², calculada a partir de la dosis de siembra y los valores de calidad de la semilla reportados en la Tabla 1. Sin embargo, la densidad promedio lograda de plantas de vicia estimada fue de 22,1 pl/m². Siendo la eficiencia de implantación superior al 100%, hecho que denota un error. El motivo del error se desconoce. Puedo haber estado en el momento del muestreo, realizado en zonas donde la sembradora paso en reiteradas oportunidades (cabecera), incorrecta identificación de plantas, banco previo de semillas en el suelo, etc.

A pesar que no se haya encontrado un efecto significativo entre la biomasa de agropiro alargado sobre la dosis de plantas de *V. villosa* logradas, resultaría recomendable al momento de realizar la intersembra de *V. villosa*, minimizar la competencia de la pastura ya establecida.

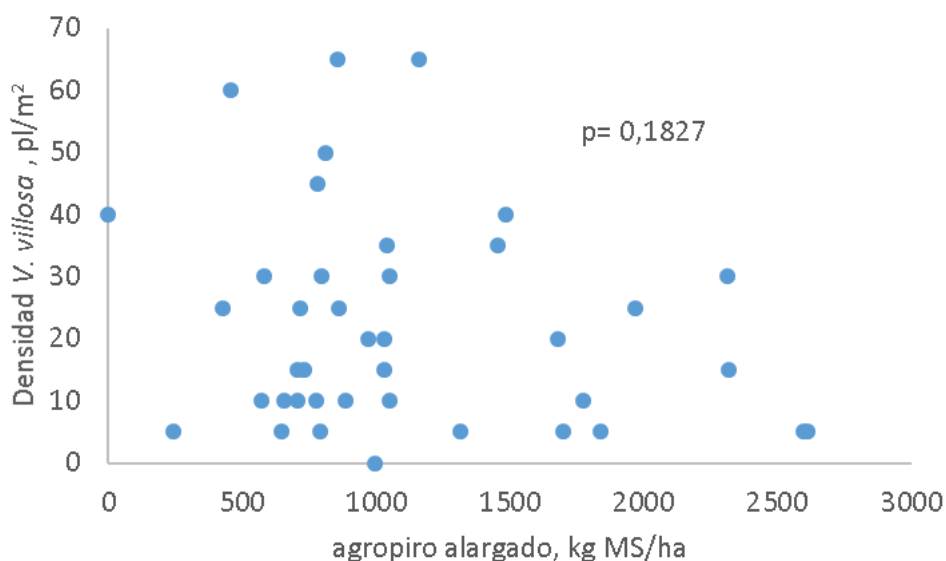


Figura 6: Relación entre la disponibilidad de materia seca de agropiro alargado (kg MS/ha) y la densidad de plantas de *V. villosa* (plantas/m²) a 110 días desde la intersembra. (N=40; $P=0,1827$).

A pesar de la inconsistencia en los valores estimados y logrados, estos resultados muestran la buena adaptación que posee *V. villosa* a la intersembra sobre agropiro alargado en relación a las otras dos leguminosas estudiadas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis 2 referida al efecto negativo

que podría tener una alta biomasa de agropiro al momento de la implantación de *V. villosa* que pudo establecerse en dichas condiciones, mientras que *M. albus* y *L. corniculatus* no lo hicieron. Vicia es una leguminosa que posee semilla grande, con mayores reservas energéticas que *L. corniculatus* o *M. albus* que podría favorecer una rápida implantación. En el presente ensayo, la humedad del suelo al momento de la intersembra fue buena, se registraron más de 120 mm en marzo.

5.2 Disponibilidad de forraje

5.2.1 Experimento 1 (Lote 17)

Como se mencionó anteriormente *L. corniculatus* no logró implantarse, por lo tanto, no se cuantificó ningún aporte de materia seca de esta leguminosa en el ensayo. Quedando ambas pasturas compuestas únicamente por agropiro alargado. El análisis de varianza no detectó interacción entre los factores Tratamientos x Fechas de corte para la producción de materia seca en pre-pastoreo ($p=0,0884$) y post-pastoreo ($p=0,4826$). Analizada la producción de forraje para el conjunto de los datos, en pre-pastoreo el rendimiento de materia seca en AgrLot fue 1.420 kg MS/ha y tendió a ser mayor ($p=0,0514$) que AgrPur, el cual tuvo una producción de 1.158 kg MS/ha. Posiblemente, el efecto de la mínima labranza de suelo generó la tendencia de aumento en la producción de materia seca en AgrLot.

En tanto, en post-pastoreo la producción de materia seca fue similar entre tratamientos ($p=0,2057$), siendo en promedio, 1.007kg MS/ha

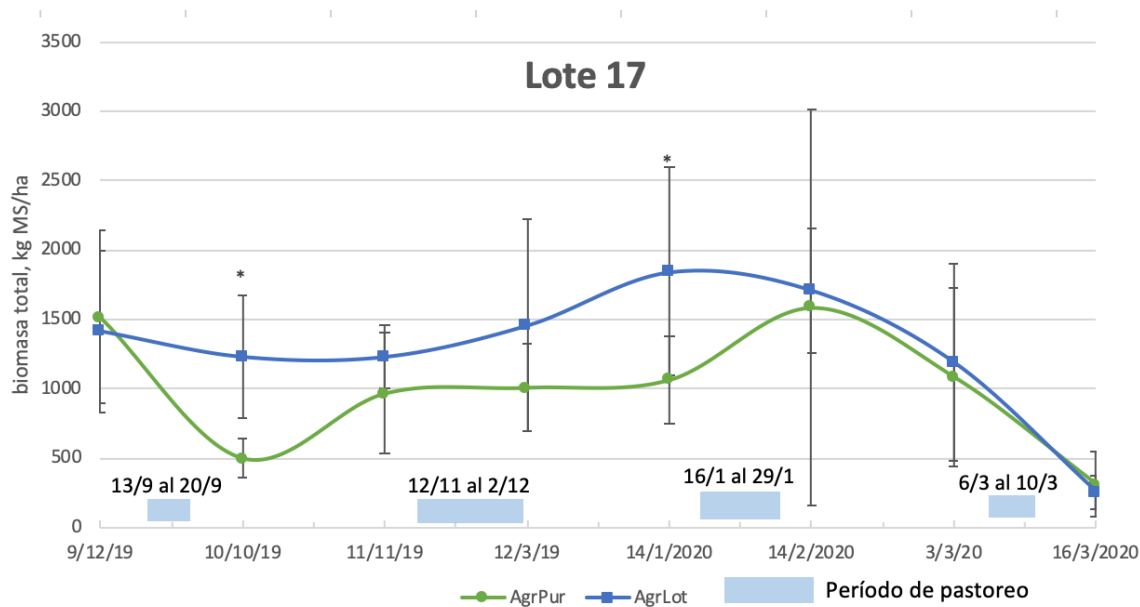


Figura 8. Biomasa total (kg MS/ha) del experimento 1 para cada fecha de corte y tratamientos. * en cada fecha de corte indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Las barras indican el desvíó de la muestra. Los períodos de pastoreos se indican con barras celeste y fecha de inicio a fin (en formato día/mes).

La biomasa forrajera total de ambas pasturas a lo largo del ensayo se muestra en la Figura 8. Si analizamos las fechas separadamente, se observa una diferencia entre tratamientos para el primer muestreo post-pastoreo al 10 de octubre ($p = 0,0075$), donde AgrLot tuvo 1.231 kg MS/ha y AgrPur rindió 498 kg MS/ha. También se observa una segunda diferencia para la fecha pre-pastoreo del 14 de enero ($p = 0,0077$), donde la disponibilidad fue 1.845 y 1.066 kg MS/ha para AgrLot y AgrPur, respectivamente.

5.2.2 Experimento 2 (lote 13 y 14)

El análisis de varianza detectó interacción entre los factores Tratamientos x Fechas de corte para la producción de materia seca pre-pastoreo ($p = 0,0037$) y post-pastoreo ($p = 0,0069$). Por lo tanto, se decidió analizar los tratamientos para cada fecha de corte por separado. Se encontró diferencia en la disponibilidad de materia seca entre las pasturas para dos fechas de corte pre-pastoreo y una fecha pos-pastoreo (Figura 9). En general los muestreos pre-pastoreos permitieron

expresar el potencial de las pasturas, luego de un período de descanso y así fue que se observaron efectos de los tratamientos propuestos.

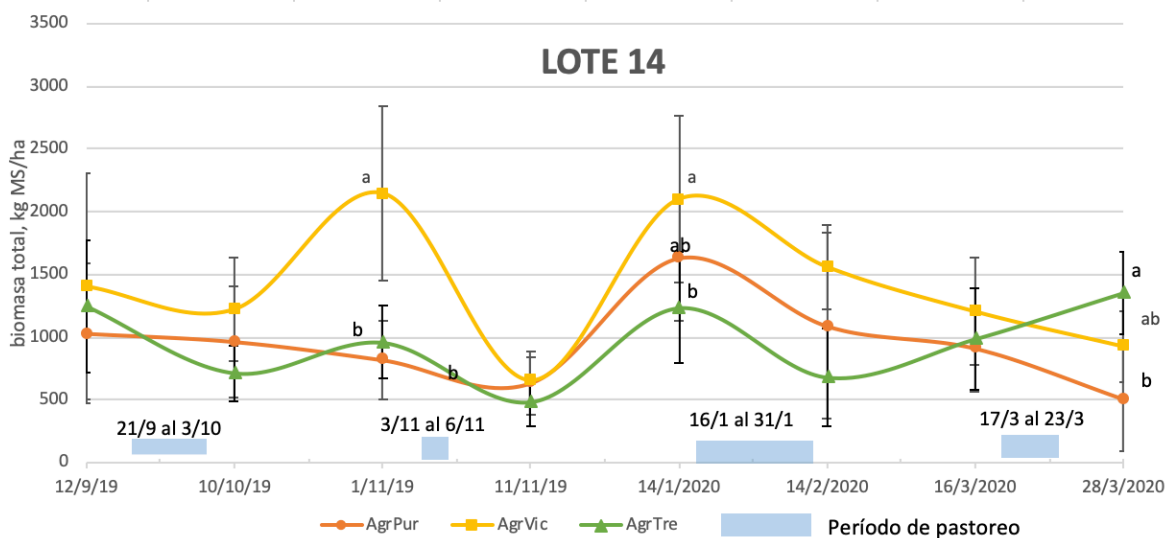


Figura 9. Biomasa total (kg MS/ha) del experimento 2 para cada fecha de corte y tratamientos. * en cada fecha de corte indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Las barras indican el desvío de la muestra. Los períodos de pastoreos se indican con barras celeste y fecha de inicio a fin (en formato día/mes).

El 1 de noviembre fue un corte en pre-pastoreo, AgrVic mostró un incremento de 161% en la disponibilidad de materia seca respecto de AgrPur (2.146 vs 820 kg MS/ha). Siendo la proporción de *V. villosa* un 11% (246 kg MS/ha) del total de la mezcla. Esta fue la única fecha de corte donde se logró cuantificar un aporte forrajero de *V. villosa*. Fue el único de los 4 pastoreos evaluados durante el ensayo donde los animales consumieron la mezcla forrajera de agropiro-vicia. Teniendo en cuenta la baja proporción de vicia en la composición de la pastura, resultó significativo ($p=0,0002$) el incremento en la producción de agropiro en AgrVic (1.900 kg MS/ha) si se compara con los 820 kg MS/ha del AgrPur.

En un trabajo realizado por Rondini (2015), donde se evaluó la producción forrajera de intersembrado de *V. villosa* (20 kg/ha) sobre agropiro para octubre en Bahía Blanca, la mezcla forrajera alcanzó 1.770 kg MS/ha, en relación a 600 kg MS/ha del agropiro puro. Mientras que, en diciembre la mezcla alcanzó 1.670 en relación a 1.150 kg MS/ha del monocultivo de agropiro. La proporción de leguminosa llegó a representar el 66 y 22% del total de la mezcla para octubre y

diciembre, respectivamente. Totalizando un 96% de incremento de rendimiento acumulado en primavera, a favor de la pastura de agropiro intersiembrada con vicia. Sin embargo, en el estudio de Rondini (2015) la diferencia de rendimiento entre tratamientos es consecuencia del forraje adicional que aporta la vicia y no producto de un aumento de rendimiento del agropiro acompañante, como lo observado en nuestro estudio. A su vez, en otro trabajo, intersembrado *Vicia villosa* o *Melilotus albus* en agropiro alargado en el establecimiento Napostá, Menghini (2018) obtuvo aumentos de rendimiento promedio de 57 y 45% en cortes de octubre y diciembre, respectivamente, sin reportar cambios en el rendimiento del agropiro acompañante.

El efecto de la intersiembra no solo implica el aporte de forraje adicional por la leguminosa, sino que conlleva una mínima labranza asociada a la maquinaria utilizada para la implantación. Esta labranza puede tener algún efecto sobre la liberación de nutrientes contenidos en la materia orgánica del suelo. En nuestro trabajo esos efectos no pueden separarse y forman parte del tratamiento.

Asimismo, para el 14 de enero, inicio del tercer pastoreo, AgrVic mostró una disponibilidad de materia seca 70% superior al AgrTre (2.100 vs 1.234 kg MS/ha), ambos tratamientos sin diferenciarse de AgrPur que tomó valores intermedios. En esta fecha, las pasturas estaban compuestas únicamente por agropiro alargado, ya que la leguminosa madura y comienza la senescencia durante diciembre. Por lo tanto, las diferencias a favor de AgrVic pueden deberse a un efecto positivo residual dejado por la intersiembra de leguminosa. En este sentido, se acepta la hipótesis 3 que se refiere al aumento de forraje producido debido a la intersiembra de leguminosa, aunque ese aumento solo se haya registrado con la utilización de *V. villosa*, al 1 de noviembre.

Existen muchos mecanismos que regulan el consumo de rumiantes a pastoreo, entre ellos, la disponibilidad de las pasturas (Allison, 1985). Allden y Whittaker (1970) especulan que, a medida que disminuye la disponibilidad de forraje se llega a un punto, donde la tasa de ingestión se ve limitada, pero es compensada con un incremento en el tiempo de pastoreo. Si la disponibilidad continúa bajando, la compensación se hace progresivamente más incompleta, disminuyendo la ingesta total drásticamente (Allison, 1985). En general, los estudios mencionan que el consumo voluntario es afectado negativamente con disponibilidades menores a 1.200 kg MS/ha. Por lo tanto, la consociación favorecería el consumo, por presentar mayor biomasa que el agropiro puro.

5.3 Cobertura

Solo se analizó la información generada en el experimento 2, que compara las intersembras de agropiro con *V. villosa* y *M. albus*, respecto al control, AgrPur. Se evaluó la cobertura en dos fechas de muestreo prepastoreo (1/11/2019 y 14/1/2020) y tres en pospastoreo (10/10/2019, 11/11/2019 y 14/2/2020). En la Tabla 2 se observan los valores de significancia estadística para cada factor evaluado y su interacción. En los muestreos prepastoreo se encontró una interacción significativa ($P < 0,05$) *Pastura x Aplicación*. Por lo tanto, en la Tabla 3 se muestran los valores obtenidos en prepastoreo comparando Pasturas y Aplicación, separadamente.

En prepastoreo, el programa CobCal no encontró diferencias de cobertura entre tipos de pasturas, siendo en promedio 56,2% y 53,8% de cobertura para el 1/11/2019 y 14/1/2020, respectivamente. Mientras que CANOPEO encuentra diferencia entre tipos de pasturas en ambas fechas de muestreo. Con CANOPEO los valores de AgrPur fueron más altos, respecto de AgrVic, tanto al 50% de contraste como al 100%. A pesar de medir más biomasa en AgrVic para la fecha del 1/11/2019 como se menciona anteriormente, dicha diferencia no se mantiene en los valores de cobertura, ya que AgrPur toma valores de 43,2 vs 18,8% cobertura para AgrVic al 50% de contraste, y valores de 79,9 en AgrPur vs 56,5% cobertura en AgrVic al 100% de contraste. Utilizando CANOPEO para dicha fecha, AgrVic no tiene más cobertura que AgrPur, a pesar de tener más biomasa. Para la fecha del 14/1/2019 CANOPEO al 50% encuentra mayores valores de cobertura en AgrPur, respecto a las otras dos pasturas, a pesar que en dicha fecha de muestreo AgrPur mostró una producción forrajera intermedia respecto a los otros dos tratamientos.

Utilizando la aplicación CANOPEO, Jaureguí et al., (2019) encuentran una relación positiva entre el valor obtenido por la aplicación y la biomasa acumulada cuando analiza diferentes genotipos de alfalfa en Argentina. En dicho trabajo las regresiones difirieron ($P < 0,05$) entre temporadas. Así, los datos se agruparon por un lado en primavera + verano (1 de septiembre-28 de febrero) siendo la ecuación de estimación $y = -135,3 + 24,1x$. Por otro lado, en otoño + invierno (1 de marzo-30 de agosto) donde la ecuación fue $y = -1813,5 + 36,2x$. En nuestro trabajo se analizó la regresión entre el valor obtenido por CANOPEO y la biomasa acumulada de pasturas de agropiro puro, sin diferenciar temporadas y no hay relación ($P > 0,05$) entre ambas, por lo tanto, el valor obtenido de cobertura no explica la biomasa y por lo tanto, no podría utilizarse para estimar biomasa en las condiciones del presente ensayo .

En la Tabla 2 también se observan los valores P para los muestreos pospastoreo. En este caso no se observa interacción entre factores ($P > 0,05$). Realizando la comparación entre los tipos de pasturas para el conjunto de los datos (Tabla 4), observamos AgrVic toma valores menores de cobertura respecto de AgrTre y AgrPur para el 14/2/2020, y para el 10/10/2019 AgrVic también resulta tener menor cobertura que AgrTre (26,1 vs 35,2%). Se encontró diferencia en cobertura estimada por la aplicación entre pasturas a pesar que en estas dos fechas de muestreo no se haya encontrado diferencias en biomasa.

Realizando la comparación entre los tipos de aplicación para estimar la cobertura observamos que en todas las fechas de cortes los programas estiman valores muy diferentes entre sí. No se realizó una estimación de cobertura con algún método patrón, por lo tanto, resulta imposible saber que tan lejos o cerca del valor considerado "correcto" pueden estar las estimaciones. El programa CobCal estima los valores más altos, seguido por CANOPEO al 100%, que toma valores intermedios y CANOPEO al 50% que muestra los valores más bajos. Resulta llamativa la diferencia que hay entre los tres métodos de estimación. En promedio para las tres fechas de muestreo pospastoreo CobCal estima 57,3% cobertura, CANOPEO estima 29,5 y 6,8% cobertura, trabajando al 100 y 50% de contraste, respectivamente.

La estimación de cobertura medida en el presente ensayo, fue más rápida a través de la aplicación CANOPEO, ya que el procesamiento de la imagen es instantáneo y no requiere trabajo de gabinete como la aplicación CobCal. En prepastoreo, los valores estimados de cobertura no se relacionaron con los valores de biomasa obtenidos para las fechas de muestreo. Ambas aplicaciones mostraron valores muy diferentes entre sí, incluso CANOPEO al 50% de contraste (por defecto es el valor que utiliza el programa) no sería recomendable debido a los bajos valores que se obtienen. Por lo tanto, para realizar una evaluación de cobertura, sería fundamental siempre trabajar con la misma metodología, con el fin de no incurrir en errores debido al sistema de estimación usado. Y resultaría recomendable realizar la comparación con un método de estimación de cobertura patrón o de referencia.

Tabla 2. Valores P de la interacción entre tipo de *Pastura* x *Aplicación* para estimar cobertura.

| | Interacción | | |
|-------------|------------------------------------|----------------|-------------------|
| | <i>Pastura</i> x <i>Aplicación</i> | <i>Pastura</i> | <i>Aplicación</i> |
| Prepastoreo | | | |
| 1/11/2019 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 14/1/2020 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Pospastoreo | | | |
| 10/10/2019 | 0,21 | <0,01 | <0,01 |
| 11/11/2019 | 0,75 | 0,23 | <0,01 |
| 14/2/2020 | 0,3 | <0,01 | <0,01 |

Tabla 3. Cobertura forrajera prepastoreo según pastura y método de estimación de las pasturas del experimento 2 en diferentes fechas de muestreo (n=10).

| Fecha de muestreo | Pastura | Aplicación para estimar cobertura | | | | EEM |
|-------------------|---------|-----------------------------------|----------|--------|---------|-----|
| | | 50% | 100% | CobCal | p-valor | |
| 1/11/2019 | AgrPur | 43,2 b A | 79,9 b B | 56,2 C | <0,0001 | 2,8 |
| | AgrVic | 18,8 a A | 56,5 a B | 60,5 B | <0,0001 | 5 |
| | AgrTre | 40,5 b A | 58,8 a B | 52 AB | 0,0122 | 4,1 |
| | p-valor | 0,0001 | 0,004 | 0,2547 | | |
| | EEM | 3,62 | 4,93 | 3,5 | | |
| 14/1/2020 | AgrPur | 30,8 b A | 64 b B | 55,4 B | <0,0001 | 2,9 |
| | AgrVic | 10,2 a A | 42,8 a B | 50,7 B | <0,0001 | 2,9 |
| | AgrTre | 11,8 a A | 61,1 b B | 55,2 B | <0,0001 | 2,7 |
| | p-valor | 0,0001 | 0,0001 | 0,5394 | | |
| | EEM | 2,37 | 2,86 | 3,31 | | |

En cada fecha de corte, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$). Minúsculas compara pasturas para cada aplicación. Mayúsculas compara aplicaciones para cada pastura

Tabla 4. Cobertura forrajera pospastoreo para el promedio de las pasturas del experimento 2 en diferentes fechas de muestreo (n=15).

| <i>Factor</i> | 10/10/2019 | 11/11/2019 | 14/2/2020 |
|-------------------|------------|------------|-----------|
| Aplicación | | | |
| 50% | 4,6 a | 14,9 a | 0,8 a |
| 100% | 35,0 b | 38,1 b | 15,4 b |
| CobCal | 51,2 c | 51,7 c | 70,0 c |
| p-valor | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| EEM | 1,94 | 3,22 | 1,34 |
| Pastura | | | |
| AgrPur | 29,5 ab | 36,96 | 30,2 b |
| AgrVic | 26,1 a | 30,35 | 24,9 a |
| AgrTre | 35,2 b | 37,42 | 31,1 b |
| p-valor | 0,0077 | 0,2356 | 0,0052 |
| EEM | 1,94 | 3,22 | 1,34 |

En cada fecha de corte, letras diferentes para la misma columna son estadísticamente diferentes $p(<0,05)$

5.4 Sumas térmicas en intervalo de descanso y pastoreo

La acumulación térmica, medida en grados día sirve para compatibilizar producción forrajera con la calidad nutritiva de las pasturas y es usada como herramienta para el manejo de la frecuencia de defoliación. En la Tabla 5 se observan el intervalo de descanso de la pastura y el período de pastoreo en días y grados días acumulados. A pesar que no se realizó un análisis estadístico de los datos podemos observar que los grados días que las pasturas acumularon previo al ingreso de los animales fue diferente según la época del año. El experimento I, tuvo un período de aprovechamiento de la pastura de 48 días, mientras que el período de aprovechamiento de las pasturas en el experimento II fue de 40 días. Los períodos de pastoreo fueron de 4 días como mínimo y máximos de 21. El número de días de pastoreo es una variable económicamente importante ya que, en un sistema pastoril, la mayor cantidad de días de pastoreo probablemente produciría más kilogramos de ganancia total por hectárea cuando las ganancias diarias de peso son similares entre especies forrajeras (Mckee et al., 2017).

La vida media foliar de las pasturas puede también considerarse como el período propuesto de descanso de las pasturas. Una vez cumplida la vida media foliar, las hojas más viejas

comienzan a senescer, quedan como cobertura muerta y pasan a formar parte de la materia orgánica del suelo, no siendo aprovechadas para el consumo animal.

Para el caso de agropiro alargado la vida media foliar está en torno a los 465^oCd. Con este umbral se analiza los períodos de descanso de agropiro alargado en el presente ensayo. Observamos en la Tabla 5 que todos los períodos de descanso fueron superiores a la vida media foliar, salvo para el experimento II durante la primavera temprana (octubre-noviembre). Donde se observa un intervalo de pastoreo de 250 ^oCd (30 días). Posiblemente el criterio de defoliación en este caso no se basó solo en el crecimiento de agropiro, ya que fue la fecha donde la *V. villosa* estaba presente y se realizó un pastoreo anticipado. También se observa que durante el período de verano los intervalos de pastoreo superaron los 780 ^oCd, llegando incluso a valores de 1175 ^oCd en el experimento II, luego del pastoreo anticipado.

Para las condiciones del presente ensayo resultó escaso un período de descanso de 465^oCd en agropiro, ya que en general el criterio llevado adelante por el Tec. Martín de Lucía fue realizar descansos más largos. Luego del primer pastoreo, en promedio para ambos experimentos los períodos de descanso de las pasturas fueron de 717 ^oCd y 46 días. La planta no está en activo crecimiento en todo momento y existen otros factores que limitan la producción, no solo la temperatura. Posiblemente la baja humedad y fertilidad del sitio experimental modifica los valores normales de crecimiento que tiene la especie en otras regiones donde se evaluó la vida media foliar de la especie. Por lo tanto, el período de descanso se prolonga más allá de los 465 ^oCd.

Es notorio también el período necesario que se deja para el establecimiento de la leguminosa. En el experimento II, desde la interseembra hasta el primer pastoreo de AgrVic fue necesario dejar 176 días (1105 ^oCd). Esto explica en parte la complejidad del manejo de la defoliación en pasturas consociadas. Porque considerando solo el crecimiento de agropiro, se podría haber hecho un pastoreo anticipadamente, sin embargo, demorar el primer pastoreo favorece la implantación y crecimiento de la leguminosa anual.

Los valores obtenidos de crecimiento de las pasturas y tasa de crecimiento en el experimento II se observan en la Tabla 6. Los valores de crecimiento negativos suceden cuando, en el muestreo prepastoreo se estimó menos biomasa que en el muestreo pospastoreo anterior. Este efecto se encontró en AgrPur para el período de primavera temprana y verano. Mientras que en AgrVic solo se vio en verano. Cuando después de un pastoreo queda material forrajero sin remover, el paso del tiempo sin nuevo crecimiento y con la continuidad de la senescencia podría generar que la biomasa durante el período de descanso no llegue a recuperarse adecuadamente.

La principal diferencia observada entre pasturas del experimento II, fue sobre las tasas de crecimiento de AgrPur vs AgrVic durante el período de descanso de la primavera temprana. Con la misma cantidad de grados días acumulados, la consociación tuvo una acumulación de 921 kg MS/ha (3,68 kg MS/°Cd), mientras que AgrPur tuvo una tasa de crecimiento cercana a cero, siendo -145 kg MS/ha (-0,58 kg MS/°Cd). En dicho período de descanso fue que se observó un crecimiento de *V. villosa* en AgrVic, como se mencionó anteriormente cuando se discutieron los resultados de biomasa.

El tiempo de descanso del lote no fue lo suficiente para que la pastura en AgrPur logre recuperarse.

Los operarios que toman la decisión del momento de entrada y salida de los animales de la pastura deben considerar una multiplicidad de factores. El hecho de trabajar con pasturas consociadas incrementa la complejidad del sistema, aunque puede ser beneficioso para aumentar la productividad y calidad de las pasturas. Resta seguir evaluando los diferentes factores que intervienen en el crecimiento de las pasturas para un correcto uso y garantizar la persistencia y productividad de las mismas.

Tabla 5. Intervalos de descanso y pastoreo de los experimentos, medidos en días (número de días) y grados día de crecimiento (°Cd), utilizando una temperatura base de = 4 °C.

| Intervalo de descanso (meses) | Lote 17 (Exp. I) | | Lote 13 y 14 (Exp. II) | | Promedio | |
|--|------------------|------|------------------------|------|----------|------|
| | días | °Cd | días | °Cd | días | °Cd |
| Intersiembr a - primer pastoreo (Mzo. a Sept.) | 180 | 1177 | 176 | 1105 | 178 | 1141 |
| Primavera temprana (Oct. a Nov.) | 52 | 589 | 30 | 250 | 41 | 420 |
| Primavera tardía-verano (Nov. a Enero) | 44 | 780 | 70 | 1175 | 57 | 978 |
| Verano (Feb. a Marzo) | 36 | 679 | 45 | 829 | 41 | 754 |
| Intervalo de pastoreo | | | | | | |
| 1º pastoreo (Sept. a Oct.) | 8 | 60 | 13 | 139 | 11 | 100 |
| 2º pastoreo (Noviembre) | 21 | 329 | 4 | 59 | 13 | 194 |
| 3º pastoreo (Enero) | 14 | 270 | 16 | 315 | 15 | 293 |
| 4º pastoreo (Marzo) | 5 | 96 | 7 | 123 | 6 | 110 |
| Total días de pastoreo | 48 | | 40 | | | |

Tabla 6. Crecimiento de la pastura (kg MS/ha) y tasa de crecimiento (kg MS/°Cd) durante el intervalo de descanso en AgrPur y AgrVic del experimento II.

| Intervalo de descanso | °Cd | AgrPur ¹ | | AgrVic | |
|--------------------------------|------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | | Crecimiento, kg MS/ha | Tasa, kg MS/°Cd | Crecimiento, kg MS/ha | Tasa, kg MS/°Cd |
| Intersiembra - primer pastoreo | 1105 | 1031 | 0,93 | 1407 | 1,27 |
| Primavera temprana | 250 | -145 | -0,58 | 921 | 3,68 |
| Primavera tardía-verano | 1175 | 995 | 0,85 | 1437 | 1,22 |
| Verano | 829 | -178 | -0,21 | -354 | -0,43 |

¹AgrPur: Pastura de agropiro alargado pura; AgrVic: Pastura consociada de agropiro alargado y *Vicia villosa* (6 kg/ha).

6. Conclusiones

Una disponibilidad de materia seca de agropiro menor a 2500 kgMS/ha no afectó negativamente la implantación de *V. villosa* durante los primeros 111 días desde la intersembrado. La *V. villosa* logró establecerse en la pastura de agropiro alargado y toleró un pastoreo a los 176 días de la intersembrado. Luego a los 219 días pudo hacerse una utilización con animales a pastoreo. Durante noviembre y enero la disponibilidad de materia seca de la consociación agropiro alargado-*V. villosa* fue mayor en comparación al agropiro puro.

L. corniculatus y *M. albus* no lograron implantarse de manera adecuada. En el caso de *L. corniculatus*, a pesar de constatarse la germinación y emergencia de plántulas, el crecimiento durante otoño-invierno fue lento, y no logró tolerar el pisoteo animal producido a los 180 días de la intersembrado.

Los períodos de descanso de las pasturas de agropiro alargado en el Campo Experimental Napostá, convenio UNS y MDA-PBA en promedio a lo largo del año fueron de 717 °Cd y 46 días. Siendo menor el tiempo durante la primavera y mayor durante el período de implantación de la vicia. Estos valores promedios de descanso obtenidos en el presente ensayo, estuvieron dentro de los rangos considerados adecuados para la especie.

No se pudo estimar la biomasa de agropiro puro o consociado con *V. villosa* a partir de los valores obtenidos por la aplicación CANOPEO y CobCal, como se observa en otros trabajos para alfalfa en Argentina. De todos modos, continuar explorando herramientas rápidas y no destructivas de toma de datos sobre las pasturas, resulta necesario para la toma de decisiones. La aplicación CobCal fue la que mejor estimo las coberturas de las pasturas. No sería recomendable el uso de la Aplicación CANOPEO al 50% de contraste porque estima valores irrisoriamente bajos. Además de la determinación de cobertura verde, la aplicación CobCal a diferencia de CANOPEO permitiría la determinar la cobertura del suelo con material muerto (broza).

7. Bibliografía

Allden, W.G. y McDWhittaker, I.A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian journal of agricultural research*, 21(5), 755-766.

Allison, C.D. 1985. Factors Affecting Forage Intake by Range Ruminants: A Review. *Journal of Range Management*, Vol. 38(4):305-311.

ANSLOW, R. C. 1966. The rate of appearance of leaves on tillers of the Graminae .

A.O.A.C., 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. (17th edition).

Asay, K. y Jensen, K. 1996. Wheatgrasses. In Moser L., Buxton D., & Casler M. (Eds) *Cool-Season Forage Grasses* (pp. 691-724). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.

Bartholomew, P. W., & Williams, R. D. 2005. Cool-season grass development response to accumulated temperature under a range of temperature regimes. *Crop Science*, 45(2), 529-534.

Borrajo, C.I., y Alonso, S.I. 2014. Vida foliar y número de hojas por macollo en materiales de agropiro: efecto de la fenología, temperatura y nitrógeno. In: 37° Congreso Argentino de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. 113 pág.

Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A. y Labreveux, M. 1988. El proceso de crecimiento y desarrollo de GRAMÍNEAS forrajeras como base para el manejo de la defoliación. *Boletín técnico* N° 148.

Evans P. M., G. A. Kearney. 2003. *Melilotus albus* (Medik.) is productive and regenerates well on saline soils of neutral to alkaline reaction in the high rainfall zone of southwestern Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 43:379-355

Frank, A.B., and A. Bauer. 1995. Phyllochron differences in wheat, barley and forage grasses. *Crop Sci.* 19-23

Gunter, S.A., W.A. Whitworth, T.G. Montgomery, and P.A. Beck. 2012. Cool-season annual pastures with clovers to supplement wintering beef cows nursing calves. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 3:25–31. doi:10.1186/2049-1891-3-25

Hoveland, C.S., W.B. Anthony, J.A. McGuire, and J.G. Starling. 1978. Beef cow-calf performance on Coastal bermudagrass over-seeded with winter annual clovers and grasses. *Agron. J.* 70:418–420. doi:10.2134/agronj1978.00021962007000030013x

Jáuregui, J. M., Delbino, F. G., Bonvini, M. I. B., & Berhongaray, G. 2019. Determining yield of forage crops using the Canopeo mobile phone app. *Journal of New Zealand Grasslands*, 41-46.

Jenkins, K.H. y Berger A.L. 2012. Summer annual forages for beef cattle in Western Nebraska. University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. Lincoln, NB.

Keating, B.A. y Carberry P.S. 1993. Resource capture and use in intercropping: Solar radiation. *Field Crops Res.* 34: 273-301.

Khatiwada, B., Acharya, S. N., Larney, F. J., Lupwayi, N. Z., Smith, E. G., Islam, M. A., & Thomas, J. E. 2020. Benefits of mixed grass-legume pastures and pasture rejuvenation using bloat-free legumes in western Canada: a review. *Canadian Journal of Plant Science*, 100, 463-476. <https://doi.org/10.1139/cjps-2019-0212>

LAPLACE, L. 1995. Fenología y rendimiento de materia seca digestible en agropiro alargado bajo diferentes frecuencias de defoliación. Tesis Ing.Agr.UNMdP, Fac. de Cs. Agr. Balcarce

LÜSCHER, A. 2014. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources.

Maddaloni, J. y Ferrari, L. 2005. Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. INTA y Facultad de Ciencias Agrarias, UNLZ. 2ª edición. p. 165-182.

Maddaloni, J. 1986. Forage production on saline and alkaline soils in the humid region of Argentina. Reclam. Reveg. Res. 5:11-16

McKee, R. W., Tucker, J. J., Mullenix, M. K., Prevatt, C., & van Santen, E. (2017). Grazing evaluation of annual and perennial cool-season forage systems for stocker production in the lower transition zone. *Crop, Forage, and Turfgrass Management*, 3, 1-7. <https://doi.org/10.2134/cftm2016.06.0048>

Menghini, M, Ariza, L.N., Fontanella, L.E., Arelovich, M.H, Martínez, M.F., Bravo, R.D. y Chamadoira, M.D. 2015. Producción de intersembras a distintas densidades de Vicia villosa o Melilotus albus sobre Thinopyrum ponticum. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 35 Supl. 1:179.

Menghini, M. 2018. Doctor en Agronomía. "Intersiembrade leguminosa sobre Thinopyrum ponticum como mejoradora de la biomasa forrajera, valor nutricional y estado orgánico del suelo", Director: Dr. Hugo M. Arelovich y Co-director: Dr. Juan A. Galantini. Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 163 pág.

Muir, J. P., Pitman, W. D., & Foster, J. L. (2011). Sustainable, low-input, warm-season, grass-legume grassland mixtures: Mission (nearly) impossible?. *Grass and Forage Science*, 66(3), 301-315.

Patrignani, A., & Ochsner, T. E. 2015. Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal*, 107(6), 2312-2320.

Parsons, A. J. (1988). The effects of season and management on the growth of grass swards. In *The grass crop* (pp. 129-177). Springer, Dordrecht.

RENZI, J.P. 2009: Efecto de la estructura del cultivo y el grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y calidad de semillas de vicia villosa L y sativa Roth. , bajo riego. Tesis de magíster en ciencias agrarias, departamento de agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Ríos, S., Sanchez-Zamora, M. A., Correal, E., & Robredo, A. 1993. Melilotus albus Medik, una leguminosa de uso múltiple para las tierras calizas de la España seca. Pastos, 23(1), 61-76.

Rondini, E. 2015. Intersiembrado de Vicia villosa sobre Thinopyrum ponticum: Productividad forrajera y cambios en la composición química del suelo. Trabajo de intensificación. Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 54 pág.

Vanzolini, J. 2011. Magister en Agronomía: “La vicia villosa como cultivo de cobertura: efectos de corto plazo sobre el suelo y la productividad del maíz bajo riego en el valle bonaerense del Río Colorado” Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.