

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Trabajo Final de Grado
Ingeniería Agronómica

**“Caracterización botánica, productiva y ecológica de
Adesmia bicolor (Poir.) DC en un pastizal natural de la
Cuenca del Salado”**

Alumna: Olga Khvostova

Directora: Ing. Agr. Dra. María Elena Olivera

Codirectora: Ing. Agr. Estela Postulka

Lomas de Zamora

Octubre de 2023

Dedicado a Liliana Ferrari,

por abrir las puertas al mundo de las especies forrajeras

Agradecimientos

A Mari Olivera y Estela Postulka, mis directoras de este trabajo, por su profesional aporte, dedicación y su guía paciente e inspirador.

A Daniel Alonso, el jefe de laboratorio central de FCA UNLZ por su cordialidad, meticulosidad y el apoyo en el procedimiento de los análisis de determinación de nitrógeno.

A Luis Bertoia, el titular de la cátedra de Cerealicultura FCA UNLZ, y a María Silvia Borlandelli, la profesora adjunta, por la realización de los análisis de la digestibilidad de materia seca en el laboratorio NIRS de FCA UNLZ.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	12
ABREVIATURAS	13
RESUMEN	15
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Los pastizales de la Cuenca del Salado.....	17
1.2. <i>Fabaceae</i> y su importancia ecológica y nutricional	18
1.3. <i>Adesmia</i> spp.	20
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Metodología para la descripción de las características morfológicas de plantas de <i>Adesmia</i> sp. durante las etapas vegetativas y reproductivas y la clasificación taxonómica.	29
3.2. Metodología para la evaluación de la producción y de la calidad forrajera de materia seca de <i>A. bicolor</i>	31
3.2.1. Producción de materia seca (biomasa aérea)	31
3.2.2. Calidad forrajera de la materia seca	32
3.3. Metodología determinación de la participación de <i>A. bicolor</i> en pastizal natural mediante la composición florística de la comunidad herbácea en otoño y primavera.	
33	
3.3.1. Metodología para el cálculo de la abundancia relativa de <i>A. bicolor</i> y de las demás especies componentes del pastizal y de la riqueza específica de la comunidad herbácea.....	34
4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35

5. RESULTADOS	36
5.1. Descripción de las características morfológicas de plantas de <i>Adesmia</i> sp. durante las etapas vegetativas y reproductivas y la clasificación taxonómica.	36
5.1.1. Características morfológicas de plantas de <i>Adesmia</i> sp.	36
5.1.2. Evolución del crecimiento y el desarrollo de una planta de <i>Adesmia</i> sp. durante las etapas vegetativas y el reproductivas.....	41
5.1.3. Clasificación taxonómica	49
5.2. Producción y la calidad forrajera de la materia seca de <i>A. bicolor</i>	49
5.2.1. Producción estacional de biomasa aérea de <i>A. bicolor</i>	49
5.2.2. Proteína bruta y digestibilidad in vitro de la materia seca de <i>A. bicolor</i>	51
5.3. Determinación de la participación de <i>A. bicolor</i> en pastizal natural mediante la composición florística de la comunidad herbácea del pastizal natural en otoño y primavera.....	52
6. DISCUSIÓN	56
6.1. Descripción de las características morfológicas de plantas de <i>Adesmia</i> sp. durante las etapas vegetativas y reproductivas y la clasificación taxonómica.	56
6.1.1. Características morfológicas de plantas de <i>Adesmia</i> sp.	56
6.1.2. Evolución del crecimiento y el desarrollo de una planta de <i>Adesmia</i> sp. durante las etapas vegetativas y el reproductivas.....	57
6.2. La producción de materia seca de <i>A. bicolor</i> en un pastizal natural	63
6.2.1. La calidad forrajera de <i>A. bicolor</i> en un pastizal natural	65

6.3. Determinación de la participación de <i>A. bicolor</i> en un pastizal natural en la localidad Castelli, Buenos Aires, mediante la composición florística de la comunidad herbácea en otoño y primavera	67
7. CONCLUSIONES FINALES.....	69
8. PROPUESTAS PARA LAS INVESTIGACIONES FUTURAS	71
9. BIBLIOGRAFÍA	73
10. ANEXO.....	88
10.1. Características climáticas.....	88
10.2. Determinación del poder germinativo y de la proporción de semillas duras de <i>Adesmia</i> sp.....	89
10.3. Planillas de la composición florística del muestreo de la parcela #9	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del establecimiento en el mapa físico de la República Argentina.....	27
Figura 2. El plano de establecimiento con puntos georreferenciados correspondientes a cada parcela.....	28
Figura 3. Gráfico de precipitaciones para el periodo 2015-2020.....	28
Figura 4. Gráfico de temperaturas medias mensuales para el periodo 2015-2020.....	29
Figura 5. El plano de establecimiento con el inicial de la estación de muestreo georreferenciado.....	31
Figura 6. El esquema del método de la transecta para la evaluación de especies presentes en el pastizal.....	31
Figura 7. Vista de la planta con estolones extendidos.....	36

Figura 8. El sistema radical.....	37
Figura 9. Las raíces adventicias en los nudos de los estolones.....	37
Figura 10. El tallo principal y los estolones.....	37
Figura 11. La hoja.....	38
Figura 12. La variación de las formas de los foliolos.....	38
Figura 13. La pubescencia de los foliolos.....	38
Figura 14. Estípulas.....	38
Figura 15. Flores papilionoideas vistas de diferentes ángulos.....	38
Figura 16. Inflorescencia terminal con una flor solitaria axilar.....	39
Figura 17. Inflorescencia axilar de racimo simple.....	39
Figura 18. La inflorescencia axilar de racimos dobles.....	39
Figura 19. Infrutescencia.....	40
Figura 20. Detalle de fruto.	40
Figura 21. Tamaño y coloración de las semillas a simple vista.....	40
Figura 22. Distintas semillas, aumento x20.....	40
Figura 23. Cotiledones.....	41
Figura 24. Cotiledones plegados. Nictinastia.....	41
Figura 25. El desarrollo del tallo principal.....	42
Figura 26. Desarrollo del sistema radical	42
Figura 27. La planta en estadio de inicio de ramificación.....	43
Figura 28. Desarrollo de vástagos cotiledonares (estolones primarios).....	43

Figura 29. La secuencia de la formación de estolones secundarios.....	43
Figura 30. La estructura de la “roseta” de una planta de 1 año de edad.....	44
Figura 31. Representación esquemática de la formación jerárquica de los estolones principales.....	44
Figura 32. Estolones filiformes.....	45
Figura 33. El caso del tallo principal plagiotropo.....	45
Figura 34. La planta a los 2 meses desde la siembra.....	46
Figura 35. Los nódulos de <i>A. bicolor</i>	46
Figura 36. Las raíces adventicias de un estolón al final del periodo vegetativo.....	46
Figura 37. La raíz principal de una planta al final del periodo vegetativo.....	46
Figura 38. La estructura y las dimensiones de una planta de <i>A. bicolor</i> al final del periodo vegetativo.....	46
Figura 39. Desarrollo de estolones durante la floración y/o fructificación.....	47
Figura 40. Multiplicación agámica a partir de un trozo de estolón.....	48
Figura 41. Una parte de la hoja con un par de folíolos enraizada.....	48
Figura 42. Una parte de la hoja con varios pares de folíolos enraizada.....	48
Figura 43. Variación de producción estacional de materia seca de <i>A. bicolor</i> y otras especies del pastizal natural agrupados en GF (Poáceas, Otras Fabáceas, Otras Especies) en otoño-invierno-primavera.....	50
Figura 44. Proporción en % de la materia seca de <i>A. bicolor</i> y de otras especies del pastizal natural agrupados en GF (Poáceas, Otras Fabáceas, Otras Especies) en otoño-invierno-primavera.....	51

Figura 45. El contenido de proteína bruta (%PB) y la digestibilidad de materia seca <i>in vitro</i> (%DIVMS) de <i>A. bicolor</i> en el otoño, invierno y primavera.....	52
Figura 46. El contenido de proteína bruta (%PB) y la digestibilidad de materia seca <i>in vitro</i> (%DIVMS) de <i>A. bicolor</i> junto a las demás especies del pastizal en el otoño, invierno y primavera.....	52
Figura 47. El dispositivo de la escarificación manual.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. La clasificación taxonómica de <i>A. bicolor</i>	49
Tabla II. Composición florística por grupo funcional y la riqueza específica del pastizal natural en otoño y primavera.....	53
Tabla III. Valores de abundancia relativa de <i>A. bicolor</i> y de las demás especies componentes del pastizal en otoño y primavera.....	55
Tabla IV. Valores medios de precipitación pluviométrica para el periodo 2015-2020.....	88
Tabla V. Valores de temperaturas medias para el periodo 2015-2020.....	88
Tabla VI. Datos del muestreo de la composición florística en otoño, agrupadas por familia.....	90
Tabla VII. Datos del muestreo de la composición florística en primavera, agrupadas por familia.....	91

ABREVIATURAS

A	especie de ciclo anual
AR	abundancia relativa
CT	cobertura total
D/VMS	la digestibilidad in vitro de materia seca
FBN	fijación biológica de nitrógeno
FSN	fijación simbiótica de nitrógeno
GF	grupo funcional
MS	materia seca
n	especie nativa
natur	especie exótica naturalizada
N	nitrógeno
NC	nombre científico
NV	nombre vulgar
OIP	especies del ciclo otoño – invierno - primavera
P	fósforo
P ₁₀₀₀	peso de 1000 semillas, en gramos
PB	el contenido de proteína bruta, %
PG	poder germinativo, %
PRV	sistema de pastoreo racional de Voisin
PS	peso seco
PV	peso verde
PVO	especies del ciclo primavera-verano-otoño

RESUMEN

En la Cuenca del Río Salado las características del suelo y del relieve limitan la actividad agropecuaria a la cría del ganado bovino a base de pastizales naturales. El buen manejo del pastizal natural es lo que asegura la productividad y sustentabilidad de este agroecosistema, el cual se basa en el estudio y el monitoreo de la composición florística de las comunidades vegetales para la estimación del aporte de forraje, su calidad y su resiliencia ante disturbios. Dada la importancia ecológica y nutritiva de las fabáceas y su escasez en los pastizales de la región, se destaca la presencia de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC. Es una especie nativa, inverniflora, perenne, de alta calidad forrajera y alta preferencia por los animales. El objetivo del presente trabajo es la caracterización botánica de las plantas, evaluación de la producción y de calidad forrajera y su abundancia en la comunidad herbácea del pastizal natural bajo el sistema de Pastoreo Racional Voisin en la localidad Castelli, Buenos Aires. A partir de las semillas recolectadas en el campo y sembradas en las parcelas se describieron las características morfológicas durante las etapas vegetativas y reproductivas. Se evaluó la producción estacional y la calidad forrajera (%PB y %DIVMS) de *A. bicolor* en el campo. Mediante una transecta se midió la composición florística, la riqueza específica y la abundancia relativa. La producción de materia seca de *A. bicolor* no presentó variaciones entre otoño, invierno y primavera para el periodo evaluado. En cambio, la calidad forrajera de *A. bicolor* varió en función de la época. *A. bicolor* fue la especie más abundante en el pastizal natural estudiado.

Palabras clave: *ADESMIA BICOLOR*, PASTIZAL NATURAL, PRODUCCIÓN ESTACIONAL, CALIDAD FORRAJERA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

ABSTRACT

The soil and topographic characteristics of the Salado River Basin limit agricultural activity to the grassland-based livestock farming. Rational management of natural grasslands ensures its productivity and sustainability. It is based on the studying and monitoring of the plant community's composition to estimate the forage production, quality and its resilience to disturbances. *Fabaceae* are of the ecological and nutritional importance and its scarcity in the region's grasslands makes the presence of *Adesmia bicolor* (Poir.) DC noteworthy. This is a native, template, perennial species, with high forage quality and high animal preference. The aim of the present work is the botanic characterization of the plants, evaluation of forage production and quality and its abundance in the herbaceous community of the natural grasslands under Voisin Rational Grazing system in Castelli, Buenos Aires. From the seeds collected in the field and sown in the plots, the morphological characteristics during the vegetative and reproductive stages were described. Seasonal dry matter production (kg DM/ha) and forage quality (% CP and % DIVDM) of *A. bicolor* were evaluated in the field. Floristic composition, richness and relative abundance were measured by the method of a transect. The dry matter production of *A. bicolor* did not present variations between autumn, winter, and spring for the evaluated period. Whereas the forage quality of *A. bicolor* resulted to be season-dependent. *A. bicolor* was the most abundant species of in the studied natural grasslands.

Keywords: *ADESMIA BICOLOR*, NATURAL GRASSLANDS, SEASONAL PRODUCTION, FORAGE QUALITY, FLORISTIC COMPOSITION

1. INTRODUCCIÓN

Los pastizales naturales son áreas con la cobertura herbácea dominante, de las especies de la familia Poaceae (Gibson, 2009). Estos son biomas, formados y modelados durante un periodo extenso de tiempo, desarrollados en lo que se define bajo el concepto “sistemas adaptativos complejos” (Yuanyuan *et al.*, 2015). Su importancia radica en que a) son la fuente de la biodiversidad; b) son los proveedores de servicios ecosistémicos, estrechamente vinculados con la complejidad y la biodiversidad del ecosistema (Nabinger y de Faccio Carvalho, 2009; Casal *et al.*, 2019; Andrade, 2020).

1.1. Los pastizales de la Cuenca del Salado

El pastizal pampeano se considera “un bioma herbáceo más importante del país”, y el de la Pampa Deprimida se clasifica como el pastizal natural del tipo climático, con un cierto grado de modificación antrópica (Roitman y Preliasco, 2018).

En los pastizales de la región oriental de la Pampa Deprimida (Cuenca baja del río Salado), gracias al clima templado húmedo, coexisten las especies megatérmicas y mesotérmicas, cuyos ciclos complementarios de crecimiento resultan en la disponibilidad de forraje todo el año. Por otro lado, la topografía de la región, que es sumamente plana, sin red de drenaje, horizontes arcillosos y/o salinos (INTA, 1989), baja fertilidad ($P < 10$ ppm (Sainz Rosas *et al.*, 2012)), las inundaciones y sequías frecuentes y alternantes, limitan la actividad agropecuaria, principalmente, a la producción ganadera de la cría del ganado bovino para carne a base de pastizal natural (Cauhépé y Hidalgo, 2005; Maresca, 2018). El paisaje formado es muy heterogéneo, como “un mosaico intrincado” a nivel edáfico y a nivel de las

comunidades vegetales (Ghersa *et al.*, 2007; Casal *et al.*, 2019), las cuales a su vez son indicadoras de los distintos ambientes. Se diferencian cuatro ambientes: de loma, áreas convexas, con suelos profundos y buen drenaje; de media loma, planicies ligeramente sobreelevadas, con suelos hidromórficos; de bajo dulce, áreas bajas a cóncavas, con la napa freática a poca profundidad, periódicamente inundables y de bajo salino, asociado con suelos someros y salinos (Batista *et al.*, 2005; Jacobo *et al.*, 2012; Casal *et al.*, 2019). En estos pastizales existen numerosas especies de alto valor forrajero poco estudiadas y difundidas. Muchas de estas especies forrajeras se tornan poco productivas y hasta llegan a desaparecer bajo el tradicional manejo con sistemas de pastoreos continuos que aún se llevan a cabo en la zona. Entonces, “producir conservando” con un manejo racional, basado en el conocimiento de la composición florística, es lo que asegura la productividad y sustentabilidad de este agroecosistema (Otondo y Casal, 2016).

1.2. *Fabaceae* y su importancia ecológica y nutricional

Dentro de las numerosas familias que componen la diversidad florística del pastizal, la familia de *Fabaceae*, especialmente las subfamilias *Mimosoideae* y *Papilionoideae* (Burkart, 1952; Basconsuelo *et al.*, 2013), ocupan un lugar especial debido a la característica particular de que sus integrantes poseen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico (fijación simbiótica de nitrógeno, FSN). Dentro del proceso de fijación biológica de nitrógeno (FBN) la FSN es la más eficiente, aportando aproximadamente 65% del total del FBN (En Tao Wang, 2019). Esa habilidad les permite ser las “especies ingenieras ecosistémicas” (Jones *et al.*, 1994); son las colonizadoras en suelos de baja fertilidad que aportan el nitrógeno, modifican el balance de nutrientes y así facilitan la instalación de otras especies. La mayoría de las

especies de esta familia poseen semillas duras (la impermeabilidad impuesta por los tegumentos) (Tedesco *et al.*, 2001). Según Do Canto *et al.* (2013) las especies nativas de Fabáceas presentan altos porcentajes de semillas duras inicialmente, con los pulsos de ablandamiento, manteniendo un nivel moderado de semillas duras residuales para crear un banco de semillas en suelo. Desde punto de vista ecológico, alta proporción de semillas duras es una estrategia importante que permite formar y mantener el banco de semillas en el suelo a largo plazo, asegurando la persistencia de la especie (dispersión en el tiempo) en los ambientes, donde el establecimiento de las plántulas varía entre años o entre temporadas (Booth *et al.*, 2003; Kitajima, 2007). Desde el punto de vista animal, las leguminosas son clave en la nutrición de rumiantes bovinos ya que son las que aportan la proteína para la formación de carne, leche y lana.

En los pastizales naturales de la Cuenca del Salado las *Fabaceae* están representadas por las especies nativas, e.g. las del género *Adesmia*, *Trifolium* (*T. polymorphum* Poir.) y *Vicia* (*V. graminea* Sm.) y por especies exóticas, como las del género *Lotus*, *Trifolium* (*T. repens* L.), *Medicago* (*M. lupulina* L., *M. arábica* (L.) Huds., *M. polymorpha* L.), *Melilotus*, las cuales se encuentran naturalizadas. El déficit de P y el pastoreo selectivo (continuo) afectan negativamente el crecimiento y la persistencia de las leguminosas en este ambiente (Jacobo *et al.*, 2012). Las especies nativas tienen alta variabilidad genética local en sus poblaciones cual le confiere una mejor adaptación a las condiciones desfavorables específicas y extremas (Martin y Sauerborn, 2013) y sirve como “un buffer contra la extinción” (Askew *et al.*, 2011). De hecho, el equilibrio entre las exóticas/ nativas depende de las condiciones

ambientales, donde las nativas cobran la importancia en los años de déficit hídrico (Casal *et al.*, 2020).

1.3. *Adesmia* spp.

El género *Adesmia*, exclusivamente sudamericano, presenta la mayor cantidad de las especies, ca. 230-250, de las cuales ca. 84 habitan el territorio argentino y presentan un gran polimorfismo (Burkart 1967, 1969; Ragonese, 1969). El análisis comparativo de las especies del género *Adesmia* realizado por Bianco (2002) reveló que algunas especies de este género pueden presentar variaciones de la forma de crecimiento dependiendo del ambiente de su hábitat.

Burkart (1967) clasifica el género *Adesmia* en dos subgéneros en función de presencia o ausencia de espinas (*Acanthadesmia* y *Adesmia* respectivamente). Luego los subdivide en series de grupos naturales basándose en los criterios de características similares vegetativas y reproductivas.

Adesmia spp en la Cuenca del Salado

Para la región de la Pampa Deprimida, la mayoría de autores (Ares y León, 1972; León y Bertiller, 1982; Burkart *et al.*, 1990; Roitman y Preliasco, 2018; Casal *et al.*, 2019) mencionan solamente *A. bicolor*. Los otros autores mencionan la presencia de varias especies del género *Adesmia* (Maddaloni y Ferrari, 2005; Mihoê Garrido *et al.*, 2012). *A. bicolor* y *A. incana* Vogel (serie *Bicolores*) son las especies con la mayor área de distribución en Argentina (Coll y Zarza, 1992; Mihoê Garrido *et al.*, 2012). Según Castronovo (1945) el área de estas dos especies en gran parte se superpone, ambas especies presentan una semejanza morfológica, como también de hábito y de adaptación. En su opinión, *A. incana* podría ser un tetraploide de *A. bicolor* por la similitud de cromosomas (Castronovo, 1945; Sfoggia Miotto y Forni-Martins, 1994).

Por otro lado, en Brasil *A. bicolor* presentó una mayor variabilidad intrapoblacional que la intraespecífica, siendo una especie alógama o versátil, contrario a lo de *A. incana* (Tedesco *et al.*, 2000; Barreto Días *et al.*, 2004, Real *et al.*, 2006).

Adesmia bicolor

Se considera una forrajera promisoría por un excelente conjunto de atributos fisiológicos y agronómicos, entre ellos, es nativa, estolonífera, fijadora de nitrógeno atmosférico, perenne, de alta calidad forrajera y de alta preferencia por los animales (Coll y Zarza, 1992; Pereira de Menezes *et al.*, 2012; Basconsuelo *et al.*, 2013; Vileta *et al.*, 2014). Otro aspecto destacado es su capacidad de protección de suelos contra la erosión (Coll y Zarza, 1992; Dodd y Orr, 1995; Pereira de Menezes *et al.*, 2012).

La tolerancia de *A. bicolor* a bajas concentraciones de P la hace una de las pocas representantes de las *Fabaceae* en este ambiente (Dodd y Orr, 1995; Deregibus, 2000). Es una planta bien pratense y según los censos florísticos de la Cuenca del Salado se encuentra en ambientes de loma y/o media loma (Burkart, 1990; Roitman y Preliasco, 2018; Casal *et al.*, 2019).

Rosengurtt (1946), Berretta (1994), Izaguirre y Beyhaut (1997) y Pérez *et al.* (2020) clasifican *A. bicolor* como perenne de ciclo indefinido (en veranos frescos y lluviosos sigue vegetando hasta el otoño). En otros trabajos se encuentra dentro del grupo de las especies OIP. Según Rosengurtt (1946) *A. bicolor* pertenece al grupo del crecimiento inicial medianamente débil. Las plantas de este grupo adquieren vigor desde tres a seis meses, y la plenitud de vigor se alcanza por lo general en el segundo año. No obstante, las plántulas de *A. bicolor* tienen capacidad de generar un sistema radical profundo, *i.e.* una alta relación raíz: parte aérea de la plántula, y en el caso de *A. bicolor* fue encontrado de 3:1 (Pérez *et al.*, 2020).

Según la bibliografía, el único género que puede formar una relación simbiótica con el género *Adesmia* son las bacterias del género *Rhizobium*, que por el mecanismo de “*crack entry*” forman los nódulos del tipo *aeschynomenoide* (nódulos oblongos, determinados, de rápido crecimiento), agrupados de a pares (Bianco *et al.*, 2013). La cantidad total de nódulos aumenta a medida que la planta crece y aumenta su tamaño (Basconsuelo *et al.*, 2013; Bianco, 2014). Vileta *et al.* (2010) observaron que la mayor cantidad de los nódulos estaba presente en la raíz principal hasta el inicio de la etapa reproductiva y determinaron que *A. bicolor* posee una alta eficiencia de FSN, similar a la de la alfalfa (60%).

Producción de materia seca de *A. bicolor*

Existen pocos datos sobre la producción de biomasa aérea de *A. bicolor*. En Río Cuarto (Córdoba, Argentina) la producción fue evaluada en parcelas implantadas en secano. Los resultados demostraron que el patrón estacional de distribución de producción de biomasa de *A. bicolor* presentó dos picos en otoño y primavera, con el mínimo en invierno, aunque para el año siguiente la producción del otoño disminuyó a la mitad respecto el otoño del año anterior, lo que en opinión de los autores fue el resultado de escasa precipitación (Pérez *et al.*, 2020). El mismo patrón bimodal fue descrito en el trabajo de Dodd y Orr (1995) para la región de Nueva Zelanda.

Calidad forrajera de *A. bicolor*

La calidad de los forrajes depende de los factores ambientales (temperatura, disponibilidad hídrica, radiación) y de la estructura de la planta, sea propia de la especie o modificada por disturbios externos (*e.g.* frecuencia e intensidad de pastoreo) o relaciones interespecíficas. En las fabáceas la calidad varía con el estado de

madurez de la planta, particularmente, con la relación hoja:tallo, debido a que %PB y la digestibilidad de las hojas son mayores y decrecen menos con la madurez de la planta comparado con los tallos (Fahey, 1994; Maddaloni y Ferrari, 2005). Scheffer-Basso *et al.* (2001), evaluando la calidad nutricional de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vogel, *Adesmia punctata* (Poir.) DC, *Adesmia tristis* Vogel determinó que el contenido de proteína bruta y de digestibilidad dependía de la relación hoja:tallo en las especies estudiadas. Sin embargo, la digestibilidad de *A. incana* en estado reproductivo fue casi tres veces menor que en estado vegetativo, siendo una especie estolonífera y similar *A. bicolor* (Milano, 2018).

Según la bibliografía revisada el rango de valores del contenido de proteína bruta de *A. bicolor* se encuentra entre 15 %PB y 20 %PB (17,85% en Burkart, 1952; 18% en Coll y Zarza, 1992; ca.15% en primavera hasta ca. 20% en invierno en Berretta, 1994). En las condiciones semiáridas de la región central de Argentina, *A. bicolor* presentó altos y mayores valores de calidad nutricional en comparación con *Adesmia macrostachya* Benth. Estos valores fueron similares a los de la alfalfa en estados vegetativo y semillazón, superando a la alfalfa en estado de floración (Vileta *et al.*, 2014). Encuanto a la digestibilidad de *A. bicolor*, los valores encontrados en la bibliografía son los generales, sin referencia al estado fenológico de la planta, de 78 %D/VMS (Coll y Zarza, 1992) y 73,8 %D/VMS (Dodd y Orr, 1995).

Entre las dificultades que presenta la especie para el proceso de domesticación y la implantación de un cultivo puro son: alta variabilidad genética, lento crecimiento inicial, baja competencia interespecífica, en especial con las especies anuales de Poaceae (Autrán *et al.*, 2013) y una alta proporción de semillas duras (Tedesco *et al.*, 2001; Do Canto *et al.*, 2013).

A. bicolor en los pastizales naturales

La información sobre la presencia de *A. bicolor* en los pastizales naturales se limita al registro de la especie durante los censos florísticos. Se menciona como un componente menor (Real *et al.*, 2006) y según Bianco (2002) en los pastizales de la región central de Argentina (Rio Cuarto, Córdoba) es poco frecuente. En Uruguay esta especie se encuentra pocas veces en colonias puras, casi siempre es asociada con otras especies (Rosengurtt, 1946).

Siendo el área del estudio el pastizal natural bajo el sistema de pastoreo PRV, es relevante la caracterización agronómica y ecológica de *A. bicolor* dentro del ecosistema del pastizal (en relación a las demás especies integrantes de la comunidad herbácea, separados en grupos funcionales para tal fin (Körner, 1994)) a lo largo del año. Para esto resulta esencial determinar la composición florística de la comunidad, abundancia relativa de *A. bicolor* y la de las demás especies, la riqueza específica (Lemaire *et al.*, 2011; Smith y Smith, 2012). Estas variables al mismo tiempo sirven para monitorear el estado del pastizal natural (Kaufmann *et al.*, 2019; Casal *et al.*, 2019).

A. bicolor se viene estudiando desde hace varios años en distintos países: la región central de Argentina (Bianco, 2002; Vileta *et al.*, 2010, 2014; Bianco *et al.*, 2013; Bianco, 2014; Basconsuelo *et al.*, 2013; Panzitta *et al.*, 2019, Pérez *et al.*, 2020); en las praderas de Uruguay (Rosengurtt, 1946; Coll y Zarza, 1992; Rabaiotti Bottaro y Iglesias López, 1997; Berretta, 1998; Real *et al.*, 2006; Do Canto *et al.*, 2013); en el sur de Brasil (Scheffer-Basso *et al.*, 2001; Pereira de Menezes *et al.*, 2012; Sfoggia Miotto y Forni-Martins, 1994) y Nueva Zelanda (Dodd y Orr, 1995). Pero aún no se cuenta con la información sobre su respuesta morfológica y productiva bajo sistemas

de pastoreo regenerativos que implican el cuidado del suelo, la búsqueda de la agrobiodiversidad del pastizal mediante pastoreo con altas cargas instantáneas y largos periodos de descanso. Por lo tanto, la estimación de producción de biomasa de *A. bicolor*, al ser una de las fabáceas nativas que tolera bien las heladas y sequías, su calidad forrajera y su presencia en el pastizal natural de la Cuenca del Salado, aportaría la información sobre las características botánicas, agronómicas y ecológicas de esta especie en este ambiente, contribuyendo a la toma de decisiones en el manejo sustentable de los pastizales.

Por lo antes expuesto se propone:

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis:

1. La especie que se encuentra en el pastizal natural en la localidad Castelli, Buenos Aires, es *Adesmia bicolor* (Poir.) DC.
2. La producción y la calidad forrajera de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC no presenta diferencias apreciables durante su ciclo de crecimiento (otoño, invierno y primavera).
3. *Adesmia bicolor* (Poir.) DC puede ser una especie abundante en la comunidad herbácea del pastizal natural.

Objetivo general 1

Establecer si la especie presente en el pastizal natural estudiado es *A. bicolor* mediante la determinación y la descripción de las características morfológicas de plantas e identificación taxonómica.

Objetivos específicos

- Determinar las características morfológicas de plantas de *Adesmia* sp., originadas a partir de semillas recolectadas a campo, durante las etapas vegetativas y reproductivas.
- Describir la evolución del crecimiento y el desarrollo de una planta *Adesmia* sp. a través de las diferentes etapas fenológicas durante las etapas vegetativas y reproductivas.
- Clasificar taxonómicamente.

Objetivo general 2

Evaluar la producción y la calidad forrajera de la materia seca de *A. bicolor* en otoño, invierno y primavera en pastizal natural de la localidad Castelli, Buenos Aires.

Objetivos específicos

- Determinar la producción de materia seca de la biomasa aérea (kg MS/ha) de *A. bicolor*, de grupos funcionales de especies integrantes del pastizal y el total.
- Evaluar el contenido de proteína bruta y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *A. bicolor*.
- Evaluar el contenido de proteína bruta y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *A. bicolor* junto a las demás especies del pastizal natural.

Objetivo general 3

Determinar la participación de *A. bicolor* en pastizal natural mediante la composición florística de la comunidad herbácea en otoño y primavera.

Objetivos específicos

- Calcular la riqueza específica de la comunidad del pastizal natural;

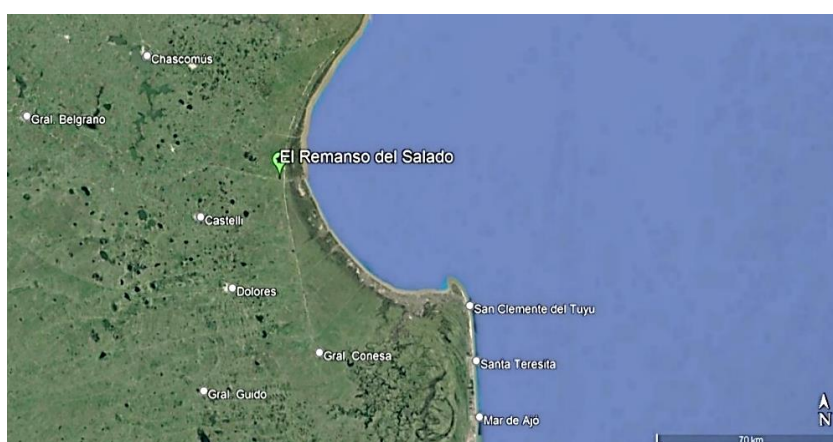
- Determinar la presencia de *A. bicolor* y evaluar su abundancia relativa como también la de las demás especies componentes del pastizal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Área del estudio

Ubicación geográfica

Figura 1. Ubicación del establecimiento en el mapa físico de la República Argentina. Fuente: Google Earth.



El trabajo se realizó en la localidad Castelli, Buenos Aires, en el campo del establecimiento “El Remanso del Salado”, ubicado en el km 185 de la Ruta Provincial N° 11 (35°56’S, 57°27’O) (Figura 1), cuya principal actividad es la cría bovina bajo el sistema de pastoreo racional de Voisin (PRV) (Voisin, 1968) a base del pastizal natural durante los últimos 15 años. El área del pastoreo está dividida en franjas, las cuales se subdividen en parcelas de aprox 0,6-1 ha (Figura 2).

Características edafoclimáticas

La parcela estudiada se ubica sobre una media loma que se caracteriza con valores de escurrimiento y del drenaje medios (Berasategui y Barberis, 1982) y es representada por la Unidad de vegetación II: praderas húmedas mesofíticas según Perelman *et al.* (2001). Los suelos son Natracuert de la Serie General Lavalle que

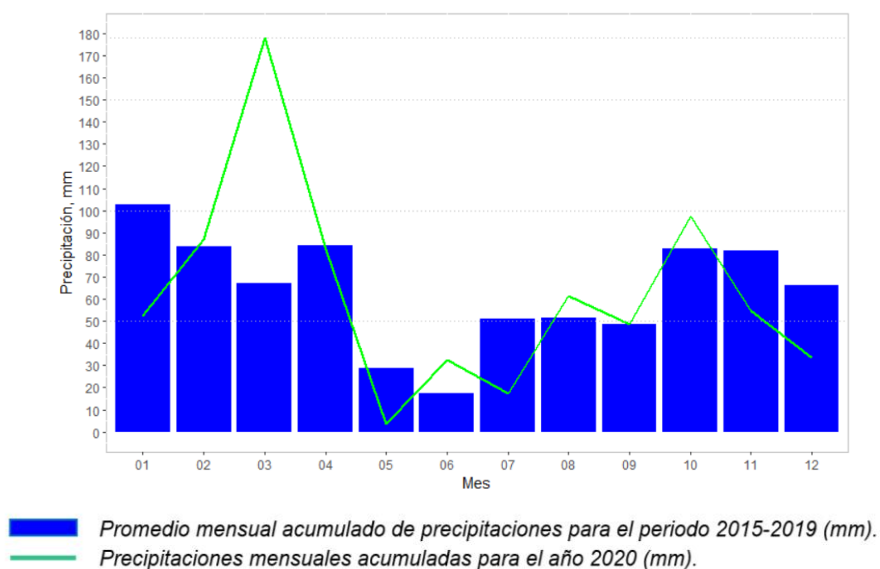
pertenecen a la clase VI ws con el índice de productividad 18,5A por la capacidad de USO.

Figura 2. El plano de establecimiento con puntos georreferenciados correspondientes a cada parcela.
Fuente: Google Earth



Los gráficos de precipitaciones y de temperatura se realizaron sobre la base de datos de Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica (SIGA INTA) de la estación Chascomús, EEA Cuenca del Salado ($35^{\circ}44'$ S, $58^{\circ}03'$ O), ubicada a 57,2 km al noroeste del establecimiento.

Figura 3. Gráfico de precipitaciones para el periodo 2015-2020. Elaboración propia.



El régimen pluviométrico es isohigro, el clima es húmedo según la actualización del Ih

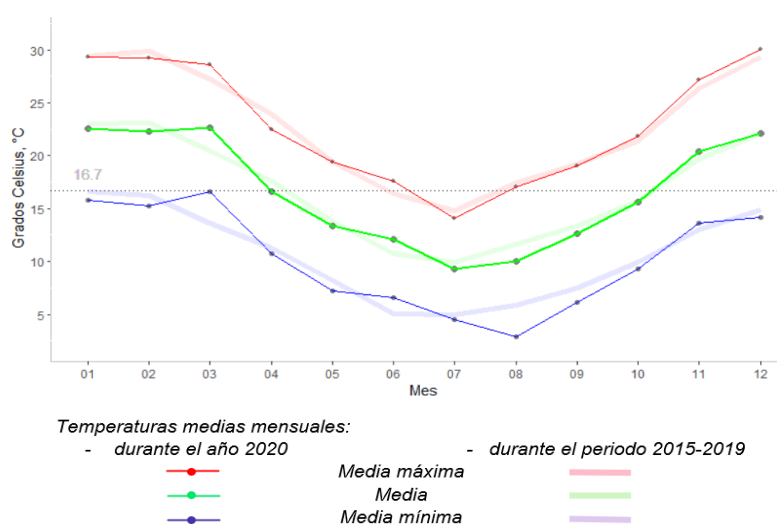
20-40 (índice hídrico) (Vich *et al.*, 2010). Para el periodo de 2015-2020 la precipitación media anual fue de 712 mm, el 27 % menor al promedio histórico de la zona de 979 mm (1981-2010). Localmente se registró la anomalía del exceso de precipitaciones en marzo (178 mm) y un déficit en los meses de enero, mayo, julio y diciembre.

La región térmica se caracteriza como mesotermal, con ETP 570-712 mm anual (Vich *et al.*, 2010). La temperatura media anual para el periodo de 2015 - 2019 fue 16,7°C, con el mínimo absoluto en julio con 4,9°C y el máximo absoluto en febrero con 28,9°C. Durante el año 2020 la temperatura media anual fue 16,7°C, con el mínimo absoluto en agosto con +2,9°C y el máximo absoluto durante el diciembre con +30,0°C. En la Figura 4 se observan las temperaturas medias mensuales para el periodo 2015-2019 (líneas opacas gruesas) y para el año 2020 (líneas finas).

3.1. Metodología para la descripción de las características morfológicas de plantas de *Adesmia* sp. durante las etapas vegetativas y reproductivas y la clasificación taxonómica.

La observación de las características morfológicas de plantas de *Adesmia* sp. (aún no determinado la especie para el género a esta altura del trabajo) fue realizada sobre

Figura 4. Gráfico de temperaturas medias mensuales (°C) para el periodo 2015 - 2020. Elaboración propia.



los ejemplares en el campo y los cultivados. Las plantas cultivadas se obtuvieron a partir de semillas recolectadas en diciembre de 2020 a campo. Previo a la siembra se realizó la determinación del poder germinativo y de la proporción de semillas duras (Anexo 10.2).

Siembra

En enero 2021 se sembraron las semillas escarificadas de *Adesmia* sp. En cada maceta de plástico con tierra obtenida de parcelas del campo experimental asignado a la cátedra de Forrajicultura y Manejo de Recursos Forrajeros se colocaron dos semillas. El suelo utilizado como sustrato no poseía presencia de semillas del género *Adesmia* sp. No se aplicó ningún tratamiento al sustrato previo su utilización.

Trasplante 1

En el estadio de tres hojas verdaderas en marzo se realizó el trasplante a macetas individuales con el mismo sustrato antes mencionado. Aquí pasaron las primeras etapas del periodo vegetativo y aparición de primeros estolones secundarios.

Trasplante 2

Antes el crecimiento cada vez mayor de los estolones de diferentes edades y jerarquías, se realizó un segundo trasplante a macetas de mayor tamaño en el mes de junio.

Trasplante a campo

En la última semana de agosto 2021 se realizó el trasplante a las parcelas experimentales donde se observaron las etapas desde floración hasta madurez fisiológica de las semillas y final del ciclo productivo.

La evolución de crecimiento y desarrollo se observó sobre las plantas cultivadas. Las etapas fenológicas fueron registradas mediante fotografías desde el estadio de la plántula hasta la fructificación (el periodo desde enero 2021 hasta enero 2022).

3.2. Metodología para la evaluación de la producción y de la calidad forrajera de materia seca de *A. bicolor*.

3.2.1. Producción de materia seca (biomasa aérea)

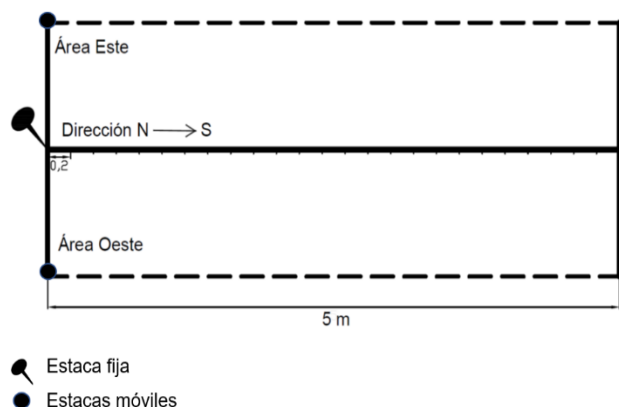
En un área de un potrero con las plantas de *Adesmia* sp. presente (Figura 5) se marcó una transecta georreferenciada. Desde una estaca fija se extendió una estaca móvil con una soga de 5 m lineales en dirección sur marcando el eje de la transecta. Paralelo al eje de la transecta y de ambos lados de la misma se marcó con estacas móviles un área de muestreo de 1 m de ancho por 5 m de largo (Figura 6).

En el área circundante a la transecta se recolectaron muestras de biomasa aérea mediante el método del cuadrado de corte de 0,25 m² en tres momentos durante año 2020: en otoño (abril), en invierno (agosto) y en primavera (diciembre). La altura de corte (intensidad) fue menor a 1 cm (al ras) sobre el nivel del suelo.

Figura 5. El plano de establecimiento con el inicial de la estación de muestreo georreferenciado. Fuente: Google Earth



Figura 6. El esquema del método de la transecta para la evaluación de especies presentes en el pastizal.



El material cortado fue colocado en bolsas de polietileno, rotulado y posteriormente pesado, clasificado y secado en el laboratorio de Forrajicultura y Manejo de Recursos Forrajeros de FCA UNLZ. La clasificación del material en fracciones se realizó según los siguientes criterios:

- a) se separaron las fracciones de materia verde y de broza. La fracción de broza fue pesada y descartada;
- b) la materia verde se fraccionó por grupos funcionales (GF).

Grupos funcionales (GF):

1. *A. bicolor*.
2. Otras Fabáceas: Fabaceae excepto *A. bicolor*.
3. Poáceas.
4. Otras especies: otras especies no Poáceas ni Fabáceas.

Cada fracción fue pesada (PV) y se registró cada valor en gramos. Luego se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a estufa a 60°C hasta obtener el peso seco (PS) constante. Los valores de g MS/0,25 m² se informan en kg MS/ha para cada grupo funcional.

3.2.2. Calidad forrajera de la materia seca

Para los análisis de calidad cada fracción (grupo funcional) del material secado fue molida por separado en el aparato "Cyclotec 1093 Sample Mill" hasta obtener una masa homogénea pulverulenta.

Proteína bruta

El análisis de determinación de %PB se realizó según el método de Kjeldahl (AOAC, 2000), referencia 984.13, obteniendo los valores del %N orgánico total. Para convertir

ese valor a proteína bruta se utilizó el factor 6,25 (la mayoría de proteínas contienen un 16% de N₂) utilizando la siguiente ecuación:

$$\%PB = \%N \times 6,25$$

Digestibilidad in vitro de la materia seca

Para el análisis de la digestibilidad in vitro de materia seca (%D/VMS) de cada muestra detallada anteriormente, se pesó una submuestra de 0,5 g que fue procesada según la técnica propuesta por Tilley and Terry (1963) con sistema ANKOM en el Laboratorio NIRS de la FCA-UNLZ. El método consiste en digerir muestras de forraje en bolsas dentro de frascos, los cuales rotan permanentemente dentro de una cámara aislada y mantenida a 39°C por un periodo de incubación de 48 horas. En cada uno de los frascos de digestión se incubaron las submuestras incluyendo una bolsa blanca vacía, sellada sin muestra, que representaba el blanco. El procedimiento se realizó por duplicado.

El porcentaje de digestibilidad *in vitro* (%D/VMS) fue calculado según la ecuación:

$$\% D/VMS = (\text{peso inicial neto} - \text{peso final neto}) \times 100 / \text{peso inicial neto}$$

Donde:

Peso inicial neto (g) = peso de la muestra – peso de la bolsa

Peso final neto (g) = peso del residuo – peso de la bolsa

3.3. Metodología determinación de la participación de *A. bicolor* en pastizal natural mediante la composición florística de la comunidad herbácea en otoño y primavera.

En la transecta antes descripta se realizó el censo de la composición florística de la comunidad herbácea del pastizal en dos momentos (otoño y primavera del año 2020).

Se identificaron y se clasificaron todas las especies encontradas apoyadas en bibliografía de las distintas floras de la zona (Burkart, 1969; Cabrera y Zardini, 1993; Nicora y Rúgolo de Agrasar, 1997; Roitman y Preliasco, 2018; Instituto de Botánica Darwinion).

Sobre la línea de la soga cada 0,2 m se bajó una varilla metálica, registrándose 25 puntos en total. En cada punto se registró el número de contactos de la varilla con las porciones forrajeras de una o más especies: *la cobertura específica*, *Co* (valores de 0 a 25), que es la cantidad de puntos en los cuales una especie ha sido encontrada.

A partir de la información obtenida se calcularon las siguientes variables respuesta:

- la riqueza específica de la comunidad herbácea del pastizal;
- la participación y la abundancia relativa de *A. bicolor* y de todas las especies registradas.

Se confeccionó una planilla con los siguientes datos: *nombre científico* (NC); *nombre vulgar* (NV); *origen* (especie nativa/ naturalizada); *ciclo* (PVO/ OIP); *duración* (anual/ perenne); *la cobertura específica*, *Co*; *la abundancia relativa*, *AR* (% la proporción de la especie en la muestra) (Anexo 10.3).

3.3.1. Metodología para el cálculo de la abundancia relativa de *A. bicolor* y de las demás especies componentes del pastizal y de la riqueza específica de la comunidad herbácea.

La riqueza se define como el número de especies que se encuentran en un área determinada (Smith y Smith, 2012). Según los resultados obtenidos de la composición florística para cada momento de muestreo, el número de especies contactados por la varilla sobre la línea de la soga representó la riqueza dentro de la transecta y el

número de las especies ubicadas en el área adyacente (marcados con un asterisco) – la riqueza fuera de transecta; la suma de ambos valores cuantifica a la riqueza específica del sitio de muestreo. Se confeccionó una planilla de todas las especies agrupadas por GF según la época del año (otoño y primavera). Mediante los rangos propuestos por Butterfield *et al.* (2019) según la cantidad de especies encontradas en la parcela evaluada, la riqueza se clasificó según los siguientes rangos:

< 15 especies = baja riqueza

15 - 20 especies = moderada riqueza

25 - 35 especies = alta riqueza

> 35 especies = riqueza en su máxima expresión

A partir del valor de cobertura específica (Co), se estimó la abundancia relativa (%) de cada especie, *i.e.* la proporción de la especie en la muestra:

$$\text{Abundancia relativa (\%)} = \text{Co} / \text{CT}$$

Co, la cantidad de puntos en los cuales una especie ha sido encontrada;

CT, cobertura total, es la sumatoria de la cobertura (Co) de todas las especies herbáceas.

4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para evaluar la variación de la producción de materia seca de la biomasa aérea (kg MS/ha), el contenido de proteína bruta (%PB) y la digestibilidad (%D/VMS) entre las épocas del año, se realizó un estudio observacional, el cual permite evaluar la variabilidad natural presente en las variables de interés (Gotelli y Ellison, 2013). Los resultados se analizaron mediante el ANOVA de un factor (la estación del año con tres niveles: otoño, invierno y primavera), utilizando el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*,

2020). Se analizaron supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Las diferencias significativas detectadas entre las medias se compararon por el medio de la prueba de comparaciones múltiples de medias de DGC al 5%.

5. RESULTADOS

5.1. Descripción de las características morfológicas de plantas de *Adesmia* sp. durante las etapas vegetativas y reproductivas y la clasificación taxonómica.

5.1.1. Características morfológicas de plantas de *Adesmia* sp.

Porte

Hierba perenne, herbácea, de porte bajo rastrera estolonífera, con crecimiento tipo trébol blanco, viajera, formando tapiz o llegando a 30 cm de altura. Pubérula e inerme, de ciclo indefinido, preferentemente invernal (otoño-invierno-primavera).

Sistema radical

La raíz principal pivotante, axonomorfa de origen embrionario, profundizante, con abundantes ramificaciones laterales (Figura 8). Posee las raíces adventicias de origen caulinar cuales se originan en los numerosos nudos de los estolones, siendo a menudo de igual o mayor profundidad que la raíz principal (Figura 9).

Figura 7. Vista de la planta con estolones extendidos.



Figura 8. El sistema radical.



Figura 9. Las raíces adventicias en los nudos de los estolones.



Tallos

Tallo principal, ortótropo, cilíndrico, corto, de 5 - 12 cm de altura con numerosas ramificaciones rastreras (estolones), cilíndricas, radicantes en los nudos. Estolones de diferentes jerarquías de aproximadamente 10-100 cm de longitud (Figura 10).

Figura 10. El tallo principal y los estolones.



Hojas

Compuestas, verdes oscuras, pubérulas, subglabras a glabras, de 2,5 a 22 cm de largo. Alternas, paripinnadas, 8-13 pares de folíolos, equidistantes entre pares excepto la distancia entre el primer y el segundo par de folíolos que varía según la hoja (Figura 11). Algunas hojas son pseudo-imparipinadas por aborto de uno de los folíolos terminales. Folíolos de 2-17 mm longitud, opuestos, peciolulados, de borde liso y

forma variada (Figura 12): subaguda, obtusa, emarginada, algo pubescentes cuando jóvenes (Figura 13, A-B). Estípulas herbáceas, triangulares alargadas, libres, ubicadas en la axila de las hojas (Figura 14).

Figura 11. La hoja.



Figura 12. La variación de las formas de los folíolos.



Figura 13, A-B. La pubescencia de los folíolos, aumento x20.

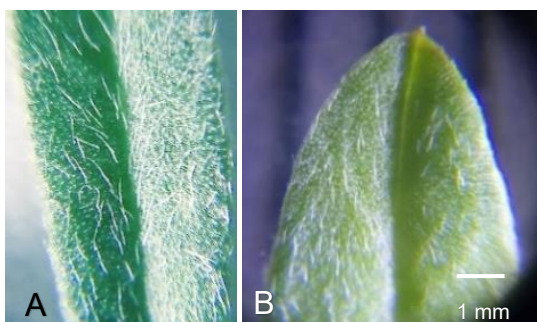
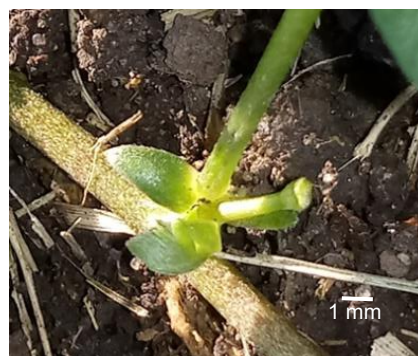


Figura 14. Estípulas.



Flores e inflorescencia

Figura 15, A-B. Flores papilionoideas vistas de diferentes ángulos.



Flores son papilionoideas (Figura 15, A-B). Corola amarilla con estandarte externo,

pubescente, gamosépalo formando un tubo alargado-campanulado con dientes agudos, persistentes. Posee los 10 estambres libres, solo los dos superiores se adhieren a la base de la uña del estandarte. Raquis y pedicelos pubérulos con brácteas herbáceas, oval-lanceoladas en cada ramificación. Las flores agrupadas en racimo simple alargado, axilar, con flores pediceladas (Figuras 16 -18).

Figura 16. Inflorescencia terminal con una flor solitaria axilar.



Figura 17. Inflorescencia axilar de racimo simple.

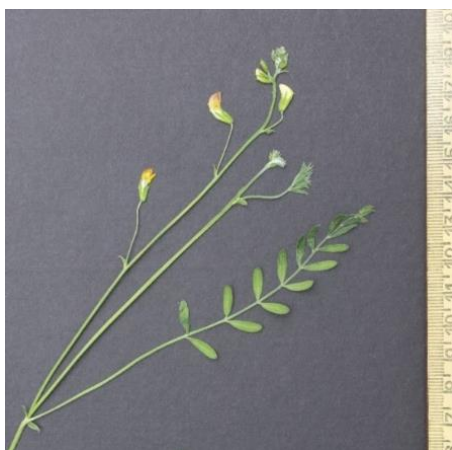


Figura 18. La inflorescencia axilar de racimos dobles.



Fruto

Los frutos se agrupan en infrutescencias (Figuras 19, 20). Cada fruto está formado por un lomento pluriarticulado, de 1 - 3 cm de longitud, con pericarpio tenuemente coriáceo, levemente pubescente, subrecto o incurvado, a veces los inferiores son péndulos. Presentan de 4 a 9 artejos lenticulares con borde superior recto (Figura 20, A-C) y el inferior redondeado, dehiscentes o indehiscentes, a veces permanecen juntos. Los ejemplares observados presentaron en promedio 6 semillas por lomento.

Figura 19. Infrutescencia.



Figura 20, A-C. Detalle de fruto: fruto inmaduro, A; frutos maduros, B; remoción de la cubierta del fruto, C.



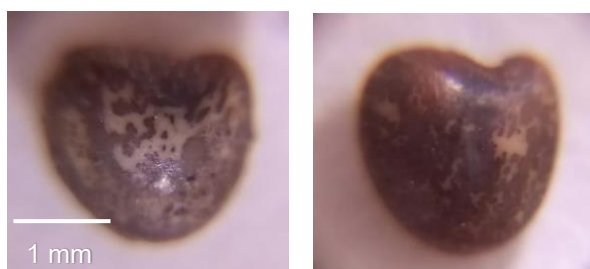
Semillas

Semillas de forma acorazonada sin compresión lateral, mitriforme, 1,7 - 2 mm de diámetro. Tegumento de consistencia dura, muy impermeable, de color marrón oscuro negruzcas a simple vista (Figura 21), con moteado irregular de color marrón (Figura 22).

Figura 21. Tamaño y coloración de las semillas a simple vista.



Figura 22. Distintas semillas, aumento x20.



5.1.2. Evolución del crecimiento y el desarrollo de una planta de *Adesmia* sp. durante las etapas vegetativas y el reproductivas

Etapas vegetativa

Semillas escarificadas y sembradas (Anexo 10.2) germinaron a los dos días desde la siembra. Las plántulas presentaron emergencia epigea. Los cotiledones son carnosos, elípticos, glabros, con borde liso, verde oscuros y muy persistentes (hasta dos meses desde la emergencia) (Figura 23). En estado de cotiledón se observó nictinastia (los cotiledones se pliegan hacia arriba (sentido acrópeto) y permanecen así durante la noche y se despliegan durante el día (Figura 24, A-B)). Luego de la aparición de los cotiledones comienza a formarse la primera hoja en el tallo principal o primario plumular. Este tallo presenta crecimiento determinado y ortótropo.

Figura 23. Cotiledones



Figura 24, A-B. Cotiledones plegados. Nictinastia.



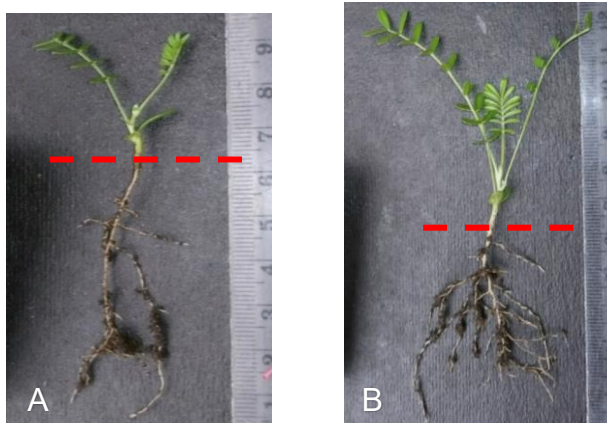
La primera hoja está formada por 3-5 pares de folíolos (Figura 25, A). A medida que aparecen las siguientes hojas van sumándose pares de folíolos sucesivamente, aumentando el tamaño hasta alcanzar entre 8 y 13 pares en una hoja adulta (Figura 25, B-C).

Figura 25. El desarrollo del tallo principal: la primera hoja, A; las hojas siguientes, B,C.



En la Figura 26, A-B, se puede observar el crecimiento radical correspondiente a los estadios de dos y cuatro hojas donde se nota un aumento de la cantidad de ramificaciones laterales ante un escaso cambio en la longitud de la raíz (la línea roja punteada indica el nivel del suelo).

Figura 26, A-B. Desarrollo del sistema radical en estadios: 2 hojas, A; 4 hojas, B.



La etapa de ramificación empieza con la aparición del primer par de tallos o estolones originados a partir de las yemas axilares de los cotiledones (estolones primarios - cotiledonares) (Figura 27). Crecen formando un ángulo con la superficie del suelo (plagiótopos). (Figura 28, A-B).

De la base de los estolones primarios se originan nuevos estolones filiales (estolones secundarios) a partir de las yemas axilares ubicados en los nudos de dichos estolones iniciando su crecimiento de a pares (Figura 29, A-B), a cada lado del estolón primario cuando este último haya desarrollado una o dos hojas.

Figura 27. La planta en estadio de inicio de ramificación.



Figura 28. A-B. Desarrollo de vástagos cotiledonares (estolones primarios).



En la base de cada estolón secundario se originan dos estolones terciarios, también originados de a pares por cada estolón (Figura 29, C-D). Siguiendo el mismo patrón los pares de estolones aparecen sucesivamente hasta la formación de una estructura de simetría radial alrededor del tallo principal, parecido a una “roseta”, marcando el centro de la planta madre (Figura 29). El alargamiento de estos estolones puede ser diferencial. Se contabilizó en total 14 estolones originados cerca del tallo principal rodeándolo por completo.

Figura 29. La secuencia de la formación de estolones secundarios, A-D.

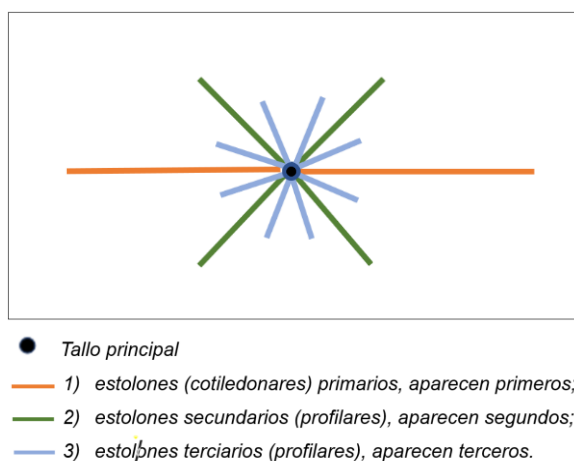




Figura 30. La estructura de la "roseta" de una planta de 1 año de edad.



Figura 31. Representación esquemática de la formación jerárquica de los estolones principales.



A medida que cada estolón se alarga, los nuevos estolones profilares originan en forma alterna (Figura 32, A). En invierno, con bajas temperaturas la mayoría de los estolones se engrosan y adquieren una coloración parda-rojiza. A su vez en el lugar de la inserción de cada estolón profilar se generan nuevos estolones formando una estructura análoga a la que rodea al tallo principal (Figura 32, B).

Figura 32 A, B. Estolones profílares.



Se observó que el tallo principal se vuelve plagiotropo en algunos casos y forma raíces adventicias en alguno de los nudos que se ponga en contacto con el suelo (Figura 33). Con la flecha roja se indica la raíz adventicia formada sobre un tallo principal.

Figura 33. El caso del tallo principal plagiotropo.



En los ejemplares estudiados el desarrollo del sistema radical en los primeros meses presentó abundantes ramificaciones laterales (Figura 34).

En el primer año del desarrollo de los ejemplares sembrados, se observó una nula a escasa formación de los nódulos. Estos se agruparon esporádicamente sobre la raíz principal, ramificaciones laterales y las raíces adventicias (Figura 35).

Al final del periodo vegetativo (septiembre 2021) la planta alcanzó las dimensiones como se puede observar en las Figuras 36-38.

Figura 34. La planta a los 2 meses desde la siembra.



Figura 35. Los nódulos de *A. bicolor*.



Figura 36. Las raíces adventicias de un estolón al final del periodo vegetativo.



Figura 37. La raíz principal de una planta al final del periodo vegetativo.



Figura 38. La estructura y las dimensiones de una planta de *A. bicolor* al final del periodo vegetativo.



Etapas reproductiva

Las plantas florecieron el mismo año de la siembra. El inicio de floración de las plantas sembradas en enero empezó a partir de segunda semana de octubre 2021. La floración es prolongada y escalonada, con una duración aproximada de 3 meses con el pico de floración a partir del fin de noviembre y durante todo el mes de diciembre. El largo de la inflorescencia y la cantidad de flores por inflorescencia es variable, así como también la cantidad de frutos por racimo y la cantidad de semillas por lomento. En una planta se observaron, al mismo tiempo las flores, abiertas y sin abrir, y los frutos, inmaduros y maduros. La formación de nuevos estolones (profilares) de *A. bicolor* sigue durante la floración y durante la fructificación (Figura 39, A-C).

Figura 39, A-C. Desarrollo de estolones durante la floración y/o fructificación.



Las plantas pueden multiplicarse en forma agámica a partir de trozos de estolones, que contengan al menos un nudo y una hoja. En la Figura 40, A-C se observa el desarrollo de una planta reproducida agamicamente a los dos meses desde el corte. En la Figura 40, B-C se observa que en un trozo de estolón las raíces no se forman en el nudo: en este caso se desarrollaron en el lugar del corte del estolón de la planta madre. La planta nueva, originada agamicamente, presenta un crecimiento rápido del

tallo principal plagiótropo (corresponde a un estolón profilar en la planta originada de semilla) sobre el cual aparecen los tallos a partir de yemas axilares y desde la base se originan más tallos. También en condiciones de alta humedad una parte de hoja con solo algunos foliolos posee la capacidad de formar raíces adventicias (Figuras 41, 42), pero en este caso no se formaron las plantas adultas.

Al final del periodo reproductivo, de las semillas maduras caídas al suelo, se observaron las plántulas de resiembra natural que suelen aparecen durante la segunda mitad de febrero después de lluvias abundantes.

Figura 40, A-C. Multiplicación agámica a partir de un trozo de estolón: estolón cortado, A; estolón enraizado a los 15 días, B; la planta formada a los 2 meses, C; la planta originada a partir del trozo de estolón a los 3 meses, D.



Figura 41. La parte de una hoja con solo un par de foliolos superiores enraizada.



Figura 42. Una parte de la hoja con varios pares de foliolos enraizada.



5.1.3. Clasificación taxonómica

Al observar las plantas *in situ*, las cultivadas y herborizadas, la especie presente en el pastizal natural de la localidad Castelli fue identificada como *Adesmia bicolor* (Poiret) De Candolle (Burkart, 1952, 1966; Cabrera y Zardini, 1993; Ulibarri y Burkart, 2000).

Tabla I. La clasificación taxonómica de *Adesmia bicolor* (Poiret) De Candolle.

Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Papilionioideae
Tribu:	Adesmieae
Género:	Adesmia
Subgénero:	Adesmia
Serie:	Bicolores
Especie:	bicolor
NC:	<i>Adesmia bicolor</i> (Poir.) DC
NV:	babosita, alverjilla, patopé

5.2. Producción y la calidad forrajera de la materia seca de *A. bicolor*.

5.2.1. Producción estacional de biomasa aérea de *A. bicolor*

En la figura 43 se presentan los resultados de la producción estacional de materia seca de *A. bicolor* y de otras especies del pastizal natural agrupados en GF (Poáceas, Otras Fabáceas, Otras Especies) en otoño-invierno-primavera.

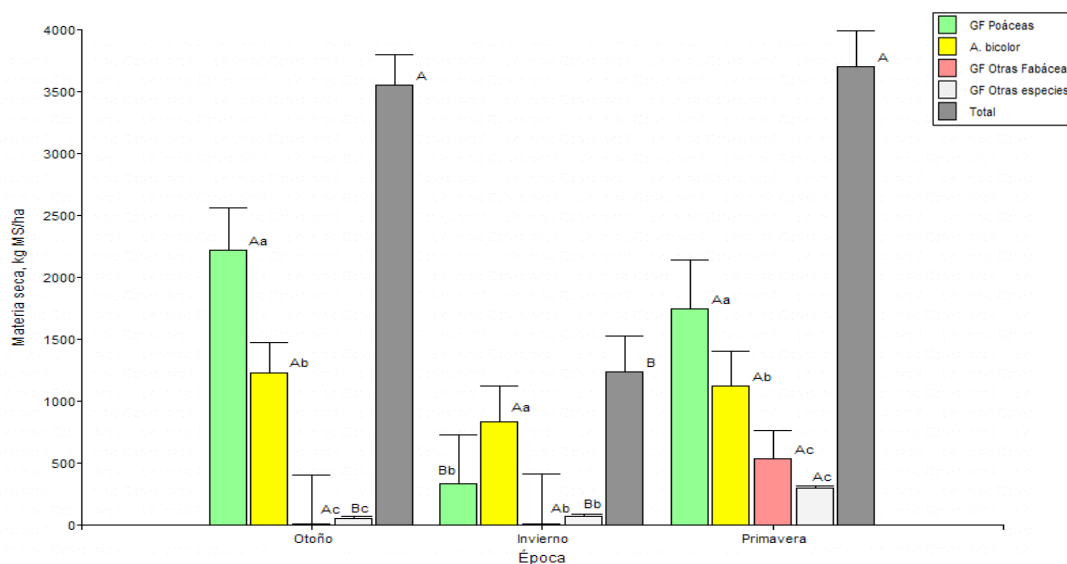
Otoño: la producción de materia seca del GF Poáceas fue significativamente mayor (2216 kg MS/ha) con respecto a los demás GF. Fue seguido por *A. bicolor* con 1228 kg MS/ha. La producción de los GF Otras Fabáceas y GF Otras especies fue escasa.

Invierno: la producción de materia seca *A. bicolor* fue significativamente mayor (837 kg MS/ha) con respecto a los demás GF. La producción de GF Poáceas fue 331 kg MS/ha. La producción de los GF Otras Fabáceas y GF Otras especies fue escasa.

Primavera: la producción de materia seca del GF Poáceas fue significativamente mayor (1748 kg MS/ha) con respecto a los demás GF. Fue seguido por *A. bicolor* con 1121 kg MS/ha. La producción de GF Otras Fabáceas fue 537 kg MS/ha y de GF Otras especies 296 kg MS/ha.

Respecto la variación de la producción materia seca total, la mayor producción fue en otoño y primavera con los valores de 3553 kg MS/ha y 3703 kg MS/ha respectivamente. El significativamente menor valor, de 1247 kg MS/ha, correspondió al invierno.

Figura 43. Variación de producción estacional de materia seca de *A. bicolor* y otras especies del pastizal natural agrupados en GF (Poáceas, Otras Fabáceas, Otras Especies) en otoño-invierno-primavera, kg MS/ha.



Letras mayúsculas indican las diferencias entre épocas del mismo GF.

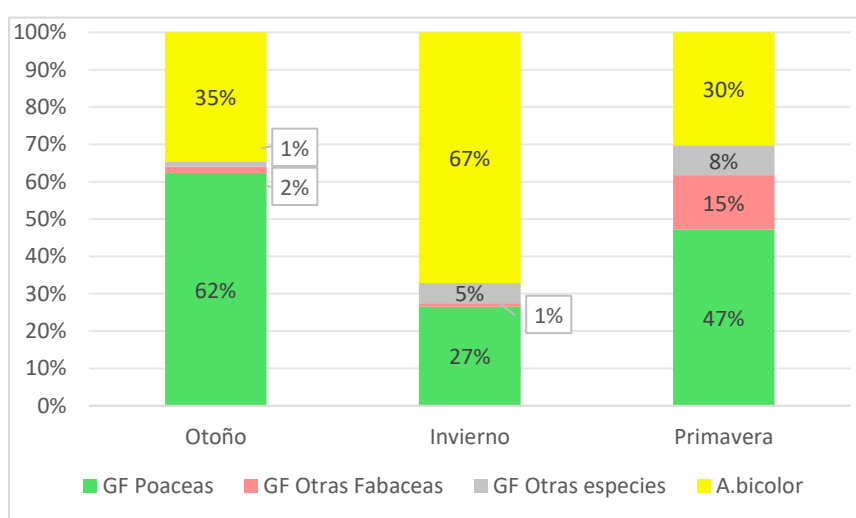
Letras minúsculas indican las diferencias dentro de cada época entre distintas GF.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La Figura 44 presenta la proporción de materia seca correspondiente a cada GF respecto el total. El invierno fue la época del mayor aporte de forraje por parte de *A.*

bicolor (67 %), el aporte en otoño y primavera fue de 35 % y 30 %. A GF Poáceas correspondió la mayor contribución de materia seca en otoño y primavera (62 % y 47 %, respectivamente). El aporte del GF Otras Fabáceas fue 15 % en primavera y 1 % en otras épocas. La proporción de materia seca producida por GF Otras especies fue de 8 % en primavera, 5 % en invierno y 1 % en otoño.

Figura 44. Proporción en % de la materia seca de *A. bicolor* y de otras especies del pastizal natural agrupados en GF (Poáceas, Otras Fabáceas, Otras Especies) en otoño-invierno-primavera.



5.2.2. Proteína bruta y digestibilidad in vitro de la materia seca de *A. bicolor*

En la Figura 45 se presenta la variación del contenido de proteína bruta de *A. bicolor* respecto de la época del año. La diferencia significativa se observa en invierno con el mayor valor de 19,67 %PB. En otoño y la primavera el contenido de proteína bruta de *A. bicolor* es menor (16,34 %PB y 15,83 %PB respectivamente).

La digestibilidad de *A. bicolor* (Figura 45) presenta las diferencias significativas entre las tres épocas. El mayor valor corresponde al invierno, 89,32 %D/VMS, y el menor a la primavera, 73,49 %D/VMS. En otoño la digestibilidad es de 82,97 %D/VMS.

Tanto el contenido de proteína bruta como la digestibilidad de *A. bicolor* junto a las demás especies del pastizal presentan una diferencia significativa en invierno, con los mayores valores de 18,77 %PB y 83,34 %DIVMS. En otoño, con los valores de 11,29 %PB y 60,48 %DIVMS, y en primavera con 11,93 %PB y 57,36 %DIVMS, la calidad disminuye (Figura 46).

Figura 45. El contenido de proteína bruta (%PB) y la digestibilidad de materia seca in vitro (%DIVMS) de *A. bicolor* en el otoño, invierno y primavera.

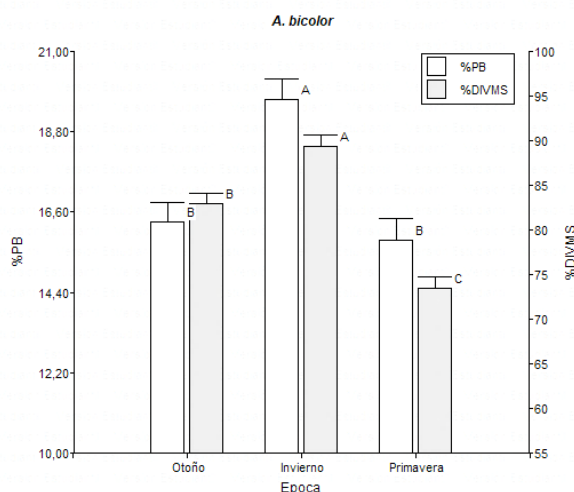
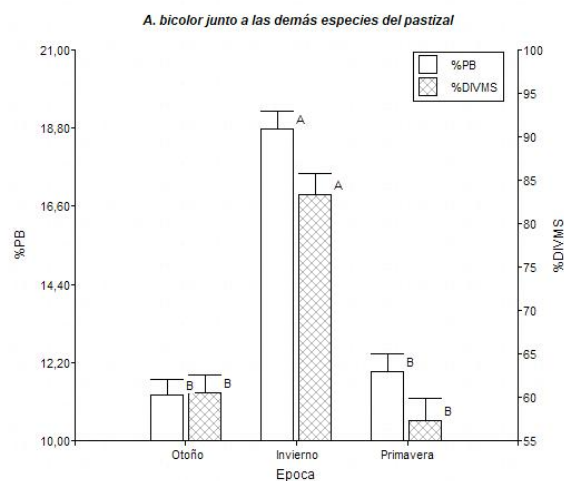


Figura 46. El contenido de proteína bruta (%PB) y la digestibilidad de materia seca in vitro (%DIVMS) de *A. bicolor* junto a las demás especies del pastizal en el otoño, invierno y primavera.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

5.3. Determinación de la participación de *A. bicolor* en pastizal natural mediante la composición florística de la comunidad herbácea del pastizal natural en otoño y primavera.

Riqueza específica

En la Tabla II se presentan los resultados de la composición florística en otoño y en primavera, agrupados por GF: *A. bicolor*, Poáceas, Otras Fabáceas y Otras especies. *A. bicolor* está presente en ambas épocas. La mayor cantidad de especies conforma el GF Otras especies con 10 especies en otoño y 12 en primavera. El GF Poáceas presenta más especies en primavera que en otoño (10 y 5 respectivamente). El GF

Otras Fabáceas se mantiene similar respecto a la cantidad de especies, con 1 especie menos en primavera que en otoño. La riqueza específica en primavera, 26 especies registradas, es mayor que en otoño, 20 especies. Por lo tanto, en primavera se considera un pastizal de alta riqueza específica mientras que en otoño es de una riqueza moderada.

Tabla II. Composición florística por grupo funcional y la riqueza específica del pastizal natural en otoño y primavera.

GF		Otoño	Primavera
Adesmia	1	<i>Adesmia bicolor</i> (Poir.) DC	<i>Adesmia bicolor</i> (Poir.) DC
Otras Fabáceas	1	<i>Lotus tenuis</i> Waldest. Kit. ex Willd.	<i>Lotus tenuis</i> Waldest. Kit. ex Willd.
	2	<i>Medicago lupulina</i> L.	<i>Medicago lupulina</i> L.
	3	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	<i>Trifolium repens</i> L.
	4	<i>Trifolium repens</i> L.	
Poáceas	1	<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	<i>Bromus catharticus</i> Vahl
	2	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Bromus mollis</i> L.
	3	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.
	4	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
	5	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.
	6		<i>Festuca bromoides</i> L.
	7		<i>Lolium multiflorum</i> Lam.
	8		<i>Nassella neesiana</i> (Trin. Rupr.) Barkworth
	9		<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.
	10		<i>Piptochaetium stipoides</i> (Trin. Rupr.) Hack. ex Arechav.
Otras especies	1	<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.
	2	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	<i>Carex bonariensis</i> Desf. ex Poir.
	3	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.

4	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P. Wilson var. <i>leptophyllum</i>	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P. Wilson var. <i>leptophyllum</i>
5	<i>Eleocharis bonariensis</i> Nees	<i>Eryngium paniculatum</i> Cav. Dombey ex F. Delaroche
6	<i>Eryngium eburneum</i> Decne.	<i>Herbertia lahue</i> (Molina) Goldblatt subsp. <i>amoena</i> (Griseb.) Goldblatt
7	<i>Plantago lanceolata</i> L.	<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.
8	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.
9	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. var. <i>indicus</i>	<i>Oxalis corniculata</i> L. var. <i>atropurpurea</i>
10	<i>Verbena bonariensis</i> L. var. <i>bonariensis</i>	<i>Plantago lanceolata</i> L.
11		<i>Sisyrinchium platense</i> I.M. Johnst.
12		<i>Verbena intermedia</i> Gillies Hook. ex Hook.
Riqueza específica		20
		26

Abundancia relativa

En la Tabla III se presentan los resultados de abundancia relativa de *A. bicolor* y de las demás especies componentes del pastizal en otoño y en primavera. *A. bicolor* fue la especie más abundante en ambas épocas, 22,1% en primavera y 24,5% en otoño. No obstante, en primavera la abundancia relativa de *A. bicolor* fue igual a la de *T. repens* (trébol blanco), conformando 50% de la población de la comunidad herbácea del pastizal.

La abundancia relativa de las 5 especies predominantes (con abundancia relativa > 5 %) en otoño y primavera constituye aproximadamente el 90% de la comunidad en ambas épocas. En otoño las primeras 5 especies (1 especie de la Fabaceae y 4 de la Poaceae) poseen valores de abundancia relativa similares: *Adesmia bicolor* , 22,1%;

Festuca arundinacea (festuca alta), 21,2%; *Paspalum dilatatum* (pasto miel); 20,4% y *Cynodon dactylon* (gramón), 19,5%.

En primavera las especies con la abundancia relativa mayor que 5% son *Adesmia bicolor*, 24,5%; *Trifolium repens* (trébol blanco) 24,5%; *Lolium multiflorum* (raigrás anual) 18,6%, *Festuca arundinacea* (festuca alta) 13,7%, y *Bromus catharticus* (cebadilla criolla) 5,9 %. Dos especies son de la Fabaceae y 3 de la Poaceae.

Tanto en otoño como en primavera la abundancia relativa de las demás especies fue menor al 5 %.

Tabla III. Valores de abundancia relativa de *A. bicolor* y las demás especies componentes del pastizal en otoño y primavera. N°= número de orden, NC= Nombre científico y AR= Abundancia relativa en %.

N°	NC	AR, % Otoño	NC	AR, % Primavera
1	<i>Adesmia bicolor</i> (Poir.) DC	22,1	<i>Adesmia bicolor</i> (Poir.)DC	24,5
2	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	21,2	<i>Trifolium repens</i> L.	24,5
3	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	20,4	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	18,6
4	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	19,5	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	13,7
5	<i>Trifolium repens</i> L.	6,2	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	5,9
6	<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	2,7	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	2,9
7	<i>Stenothaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	1,8	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	2,0
8	<i>Lotus tenuis</i> Waldst. Kit. ex Willd.	1,8	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	2,0
9	<i>Medicago lupulina</i> L.	0,9	<i>Lotus tenuis</i> Waldst. Kit. ex Willd.	1,0
10	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	0,9	<i>Medicago lupulina</i> L.	1,0
11	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P. Wilson var. <i>leptophyllum</i>	0,9	<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.	1,0
12	<i>Eleocharis bonariensis</i> Nees	0,9	<i>Verbena intermedia</i> Gillies Hook. ex Hook.	1,0

13	<i>Plantago lanceolata</i> L.	0,9	<i>Herbertia lahue</i> (Molina) Goldblatt subsp. <i>amoena</i> (Griseb.) Goldblatt	1,0
14	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. var. <i>indicus</i>	*	<i>Oxalis corniculata</i> L. var. <i>atropurpurea</i>	1,0
15	<i>Eryngium eburneum</i> Dec.	*	<i>Bromus mollis</i> L.	*
16	<i>Verbena bonariensis</i> L. var. <i>bonariensis</i>	*	<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	*
17	<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	*	<i>Piptochaetium stipoides</i> (Trin. Rupr.) Hack. ex Arechav.	*
18	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	*	<i>Nassella neesiana</i> (Trin. Rupr.) Barkworth	*
19	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	*	<i>Festuca bromoides</i> L.	*
20	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	*	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	*
21			<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	*
22			<i>Eryngium paniculatum</i> Cav. Dombey ex F. Delaroche	*
23			<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P. Wilson var. <i>leptophyllum</i>	*
24			<i>Sisyrinchium platense</i> I.M. Johnst.	*
25			<i>Carex bonariensis</i> Desf. ex Poir.	*
26			<i>Plantago lanceolata</i> L.	*

6. DISCUSIÓN

6.1. Descripción de las características morfológicas de plantas de *Adesmia* sp. durante las etapas vegetativas y reproductivas y la clasificación taxonómica.

6.1.1. Características morfológicas de plantas de *Adesmia* sp.

Respecto a las características morfológicas de las plantas (el tallo principal, las hojas (la variación en tamaño, forma y pubescencia), estípulas, los estolones cotiledonares

y profilares, las raíces adventicias en cada nudo, las inflorescencias, flores y frutos), estas fueron observadas conforme con las descripciones bibliográficas (Burkart, 1952, 1966; Cabrera y Zardini, 1993; Ulibarri y Burkart, 2000; Bianco, 2002).

6.1.2. Evolución del crecimiento y el desarrollo de una planta de *Adesmia* sp. durante las etapas vegetativas y el reproductivas

El ciclo de crecimiento de *A. bicolor* fue expresamente OIP, por falta de lluvias estivales durante el año de la evaluación.

Coincidiendo con Burkart (1966), Bianco (2002), Basconsuelo *et al.* (2013), Pérez *et al.* (2020) la especie presentó una emergencia epigea. La nictinastia es común en la mayoría de las especies de Fabaceae (Hopkins y Huner, 2009; Willey, 2016), y podría ser una adaptación contra herbivoría (Minorsky, 2019.) En las plantas estudiadas fue observada en estado cotiledonar, lo que permite, además, diferenciar la especie en la etapa inicial.

El vigor inicial de crecimiento de *A. bicolor* fue lento y confirma la clasificación realizada por Rosengurtt (1946). El vigor del crecimiento es asociado con la adaptación de la especie a las condiciones de déficit hídrico. De esta forma las especies que crecen lentamente tienen más oportunidades de tolerar una sequía (Dodd y Orr, 1995). Por otro lado, el establecimiento de tal especie va a depender de la presencia de las especies del crecimiento más vigoroso. Por lo tanto, para *A. bicolor*, el pastoreo va a ser esencial tanto para el establecimiento de una nueva generación como para la persistencia de las plantas adultas.

El desarrollo del sistema radical durante el estadio vegetativo coincidió con lo observado por Pérez *et al.* (2020): las raíces laterales crecieron más rápido que la raíz

principal lo que resulta en una gran abundancia de los primeros. El crecimiento de las raíces de origen caulinar en los nudos de los estolones (raíces adventicias) fue observado en cada nudo siendo una de las características que distinguen *A. bicolor* de *A. incana*. El desarrollo de estas raíces adventicias fue similar al de la raíz principal en algunos casos coincidiendo con Bianco (2002). Lo que implica una característica morfológica importante para la sobrevivencia de una especie en condiciones del déficit hídrico.

Se observó una escasa presencia de nódulos en estado vegetativo lo que coincide con Vileta *et al.* (2010) quienes observaron un desarrollo más tardío de nódulos en *A. bicolor* en comparación con *Adesmia macrostachya* Benth. No obstante, en el estudio de Bianco *et al.* (2013) las semillas de *A. bicolor* inoculadas con las cepas indígenas de rizobios manifestaron una buena nodulación en etapa vegetativa. Se supone que la diferencia en la cantidad de nódulos y en el tiempo de inicio de nodulación se debe a que (i) el sustrato utilizado no tuvo precedencia del género *Adesmia* o de otras Fabáceas por lo que la cantidad de los rizobios necesarios para iniciar FSN en etapas tempranas fue insuficiente; (ii) el contenido de N del sustrato fue adecuado a los requerimientos de la planta sin recurrir a la obtención del N a través de FSN (Isidra-Arellano y Valdés-López, 2022; Frame, 2018). También podría suponerse que la estructura del sistema radical puede ser influida por la presencia o ausencia de los nódulos. El proceso de FSN es metabólicamente costoso para una planta y además la cepa de rizobios influye sobre la tasa de crecimiento de la planta (Bianco *et al.*, 2013).

En algunas plantas el desarrollo del tallo principal inicialmente fue ortótropo, pero luego se volvió plagiótropo formando raíces en alguno de los nudos que se ponían en

contacto con el suelo (Figura 33). Esta característica del tallo principal plagiótropo, según Bianco (2002) posee *Adesmia incana* Vogel y es lo que la diferencia de *A. bicolor*. Tampoco *A. incana* forma estolones cotiledonares o profilares. Sin embargo, las plantas observadas con tallo principal plagiótropo, ya habían formado los estolones cotiledonares y profilares (“la roseta”). Lo cual podría estar relacionado con que existe mucha similitud en las cromosomas (Castronovo, 1945; Sfoggia Miotto y Forni-Martins, 1994) o con la respuesta al cambio de ambiente (Bianco, 2002). Por lo tanto, faltaría un estudio específico para establecer las causas.

El crecimiento y el desarrollo de los estolones cotiledonares (los que aparecen primeros, de muy rápido crecimiento) y de profilares fue conforme con las observaciones bibliográficas. Esta estructura de simetría radial alrededor del tallo principal, similar a una “roseta”, fue descrita por Burkart (1966) como “tallos irradiando de la “corona” en el ápice de la raíz principal” (Figuras 29, 30). Se estableció el orden de la aparición de los estolones profilares (Figura 31). En total fueron 14 estolones de 3 jerarquías que rodearon el tallo principal. Los entrenudos de los estolones de distintas jerarquías se extienden permitiendo la expansión de la planta y la colonización de nuevos espacios y en este caso los estolones profilares aparecen en forma alterna (Figura 33). Se observaron estolones de crecimiento determinado e indeterminado, donde los primeros rematan en simple o doble inflorescencia. En este sentido la planta presentó el patrón de crecimiento y de colonización similar al tipo de trébol blanco (*T. repens* L.), y Basconsuelo *et al.* (2013) lo definió como un típico crecimiento clonal. Este tipo de crecimiento le confiere a la especie una capacidad de ocupar al espacio, explorar y suministrar los recursos, formar de una red de plantas independientes y conectadas al mismo tiempo. En conjunto, éstos son los atributos

que aseguran la persistencia y la habilidad competitiva de la especie, su resistencia frente al pastoreo y pisoteo de los herbívoros (el corte del estolón no resulta en una pérdida de una parte de la planta al tener enraizado cada nudo del estolón).

Respecto a las inflorescencias, algunas carecían de pedúnculo, *i.e.* la primera flor se ubicaba en la axila de la hoja (Figuras 16 y 38A). Según Burkart (1952) se trata de flores solitarias o axilares, cuales representan una flor remanente de la base interrumpida de verdaderos racimos. En su trabajo posterior Burkart (1966) escribe que en racimos normales la primera flor puede estar en la axila de la última hoja. Rabaiotti Bottaro y Iglesias López (1997) mencionan la presencia de dos inflorescencias racimosas originadas a partir del mismo nudo de la hoja proximal. Esta inflorescencia secundaria podría ser representada por una flor solitaria o ser una multiflora. En su trabajo proponen que la presencia/ausencia y/o el tipo de la inflorescencia secundaria podrían ser, entre otros, posibles descriptores cualitativos de la especie. Bianco (2002) concluye que las especies del género *Adesmia* estudiadas en su trabajo, entre las cuales se encuentra *A. bicolor*, presentan inflorescencias denominadas “diplobotryums o racimos dobles”. En el trabajo presente se observaron los racimos simples y dobles (Figuras 17, 18, 40B), como también las flores solitarias en la yema axilar de la hoja proximal. Si se trata en este último caso de una inflorescencia simple o de un racimo doble merece un estudio más detallado a nivel histológico.

De acuerdo con León y Bertiller (1982) el periodo de floración fue prolongado (más de 4 semanas) primavera-verano, respondiendo al estímulo fotoperiódico de días alargándose.

Las plantas presentaron una superposición de las etapas vegetativa y reproductiva. Lo que Bianco (2002) describió como una proliferación, cual consiste en que en *A. bicolor* los ápices terminales de los estolones siguen siendo vegetativos cuando los paraclados laterales hayan florecido. Es una estrategia que le permite a la especie a ocupar una mayor área, la que Bianco también observó en algunos ejemplares de *A. incana*. A su vez las especies que poseen la capacidad de proliferación carecen de inflorescencias terminales, aunque para *A. bicolor* el mismo autor indica la presencia de racimos paucifloros (pocas flores) terminales en algunos paraclados. En este trabajo se evidenciaron algunos casos de inflorescencias (simples o dobles) terminales (Figuras 16, 39A). Otro caso particular observado fue el desarrollo de un estolón en el lugar de una flor, o sea sobre el raquis en el medio de la inflorescencia (Figura 39C), lo cual también requiere un estudio adicional.

Con respecto a las características de semilla (Figuras 21, 22) la coloración y la forma coincidió con las descripciones de Burkart (1966), quien las describe como “oscuras marmoleadas de pardo y negro”, y de Bianco (2002), quien las define de color avellana o marmoleadas con manchas marrón oscuras y negras. La diferencia con *A. incana*, según Bianco (2002), consiste en que las semillas de la última son de coloración grisácea moteada oscura. En la preparación de las plantas cultivadas (Anexo 10.2), se evaluó el P_{1000} (peso de mil semillas) y la proporción de semillas duras, lo que aportó una información nueva sobre la población de *A. bicolor* procedente de la Cuenca del Salado. El P_{1000} fue menor que el P_{1000} de *A. bicolor* en Uruguay (Coll y Zarza, 1992): 2,93 g y 4,36 g respectivamente. El peso de semillas es determinado tanto por el genotipo de la planta y por los factores ambientales (temperatura y condición hídrica) como por los efectos indirectos de aborto de fruto (lomento) o de

semillas por lo que sería necesario complementar el dato presente con evaluaciones adicionales para obtener un rango pertinente.

La proporción de semillas duras inicialmente fue muy alta (94%) y mayor comparado con los resultados de *A. bicolor* de Brasil (83%, Tedesco *et al.*, 2001) y Uruguay (78%, Do Canto *et al.*, 2013). Esta proporción de semillas duras es variable y dependiente de las condiciones ambientales durante la formación de las semillas (las semillas formadas en condiciones de altas temperaturas y de déficit hídrico presentan elevados valores de dureza (Frame, 2018; Boschi *et al.*, 2016)).

El tamaño pequeño de las semillas le permite, por un lado, asociado a la dureza del tegumento, la sobrevivencia al pasar por el sistema digestivo del rumiante que, al ser una planta muy palatable para los rumiantes, es de considerar el efecto del animal en la dispersión de las semillas de *A. bicolor* (endozoocoria, Mihoê Garrido, 2012); por otro lado, asociado a la superficie lisa del tegumento, le permite penetrarse con más facilidad en las grietas del suelo, enterrándose en la profundidad para formar el banco de semillas persistentes, como también entrar en contacto con las partículas del suelo lo que resulta en una escarificación natural (Thompson *et al.*, 1993).

La multiplicación agámica por parte del estolón cortado que contiene un nudo y una hoja con una yema axilar no presentó dificultades en el caso de *A. bicolor* y se formaron las plantas completas donde de esta yema se originó un estolón principal plagiótropo (cual correspondería a un tallo principal de una planta originada a partir de una semilla). Luego en la base se formaron nuevos estolones (Figura 40D) .

Se observó la formación de las raíces adventicias en el lugar del corte: en el entrenudo (Figura 40B-C) o foliolos (Figuras 41, 42). Las raíces adventicias pueden ser nodales

(e.g. se forman en los nodos de los estolones) o no nodales (e.g. se forman a partir del tallo como soporte). A su vez la formación de raíces adventicias puede ocurrir durante un desarrollo normal (forma de crecimiento de especies (rastrera, trepadora, etc.)) o como una respuesta al estrés, sea ambiental (enterramiento, inundación, falta de nutrientes) o un daño físico (herbivoría, enfermedad, parásitos) (Steffens y Rasmussen, 2016). Esto constituye la importancia ecológica en cuanto a la sobrevivencia y la propagación de una especie. Strasburger (2004) las denomina como raíces caulógenas o formación de puntos vegetativos caulinares en respuesta a lesiones del cuerpo vegetal. Esta capacidad fue observada también en *Medicago polymorpha* L. y *L. corniculatus* L. (observaciones propias). Por lo que se sugiere que se trataría una respuesta de *A. bicolor* a un daño físico (herbivoría). Pero en el caso de formación de estas raíces en ausencia de la yema axilar (solo en las hojas cortadas) no está claro el objetivo ya que no se formaron las plantas normales.

6.2. La producción de materia seca de *A. bicolor* en un pastizal natural

La producción de la materia seca de *A. bicolor* no presentó diferencias apreciables durante su ciclo de crecimiento (Figura 43), por lo que se puede considerar que durante el año de la evaluación la producción fue estable. En otros ambientes, en la región semiárida de Argentina central (Pérez *et al.*, 2020) y en Nueva Zelanda (Dodd y Orr, 1995), la producción de materia seca de *A. bicolor* durante el año fue variable. La producción de biomasa aérea es el producto intrínseco de las relaciones entre múltiples factores tales como ambientales, del manejo, de las relaciones interespecíficas y del genotipo de la planta.

La producción de materia seca total presentó un patrón típico, con los picos en otoño y primavera y con un bache invernal, característico de los pastizales naturales en la

Cuenca del Salado (Rodríguez y Jacobo, 2012; Ressia *et al.*, 2014; Roitman y Preliasco, 2018). No obstante, los valores de la producción total obtenidos se encontraron por encima de los valores promedios reportados (Otondo y Casal, 2016).

El análisis según los grupos funcionales (GF) (Figuras 43, 44) muestra que la producción de materia seca del GF Poáceas siguió el patrón típico de los pastizales de la región. *A. bicolor* fue el segundo GF de mayor contribución de materia seca en otoño y primavera. En invierno, ante la baja producción del GF Poáceas, el aporte de *A. bicolor* fue de mayor relevancia al aportar 67% del total (Figuras 43, 44). Podría decir que *A. bicolor* es una de las Fabáceas que, junto con el *T. repens*, posee un alto potencial de producción invernal. Esto se debe a que i) las condiciones ambientales del invierno (temperaturas y radiación solar bajas); ii) la mayor intensidad de defoliación durante invierno (sin descuidar la cobertura del suelo), por una cuestión de disponibilidad de forraje, típico de la época; iii) la disponibilidad de N edáfico en formas asimilables para las plantas (las temperaturas bajas frenan la mineralización del nitrógeno lo que no tiene efecto sobre *A. bicolor*), habrían disminuido la competencia por parte de GF Poáceas favoreciendo la expresión del potencial de *A. bicolor*. El aumento de la luminosidad favoreció al crecimiento vegetativo y la estolonización de *A. bicolor*. En la primavera, en cambio, las condiciones ambientales favorables junto con el aumento de la actividad microbiana del suelo, permiten el crecimiento rápido de las Poáceas aprovechando el nitrógeno retenido durante el invierno.

Sin embargo, la producción invernal de *A. bicolor* no fue suficiente para compensar el bache invernal. La causa se debería a que las especies gramíneas del ciclo OIP, en particular, son las más afectadas en los pastizales pampeanos (Berretta, 1994; Casal *et al.*, 2019).

6.2.1. La calidad forrajera de *A. bicolor* en un pastizal natural

En relación a la variación de la calidad forrajera de *A. bicolor* en función de la época, se encontraron diferencias significativas (Figura 45). La mejor calidad (19,67 %PB, 89,37 %DIVMS) correspondió al invierno, cuando las plantas se encontraban en pleno estado vegetativo con una alta relación hoja:tallo (característica de la especie estoloníferas (Scheffer-Basso *et al.*, 2001; Maddaloni y Ferrari, 2005). Además, la disminución de competencia por luz debido al pastoreo, bajas temperaturas y baja radiación solar, se habrían favorecido a la formación de mayor cantidad de hojas. La situación contraria para el otoño (16,34 %PB, 82,97 %DIVMS) y la primavera (15,83 %PB, 73,49 %DIVMS) cuando la presencia de gramíneas y otras especies intensificó la competencia interespecífica por la luz. En estas condiciones *A. bicolor* adoptó una estrategia de crecimiento de sus estolones hacia arriba, con los entrenudos muy alargados. Estos cambios resultaron en una disminución de la relación hoja:tallo y consecuentemente una disminución de la calidad. A diferencia de *T. repens*, con tallos rastreros, cuya estrategia al competir por luz es de alargar los peciolo, y de esa manera mantener alta calidad nutricional independientemente de su estado fenológico (Maddaloni y Ferrari, 2005), *A. bicolor* posee tallos plagiótropos y las inflorescencias largas. La disminución de la digestibilidad en primavera podría estar explicada por la presencia de mayor cantidad de inflorescencias. Se concluye que la variación de calidad observada en este trabajo podría ser atribuida al cambio de la relación hoja:tallo, semejante a lo observado por Scheffer-Basso *et al.* (2001) en otras especies de *Adesmia*, pero contrario a lo observado por Vileta *et al.* (2014). Esa diferencia podría comprobar el efecto de la competencia interespecífica sobre la estructura de la planta, ya que el experimento de Vileta *et al.* (2014) fue realizado sobre un cultivo puro

y desmalezado de *A. bicolor*. También Vileta *et al.* (2014), reportaron valores de 23%PB en *A. bicolor* en estado de floración en la región central de Argentina que superan los valores encontrados en este trabajo: en primavera, en plena floración, se registró 15,83%PB (Figura 45). La variación del %PB de *A. bicolor* en función de la época del año en Cuenca del Salado fue similar a lo observado por Berretta (1994) en los campos naturales de Uruguay. Si bien hay inconsistencias en la bibliografía respecto el contenido de N en las Fabáceas templadas debido al efecto del ambiente, hay evidencias que la elevada temperatura y el déficit hídrico moderado afectan positivamente el contenido de nitrógeno de las Fabáceas templadas (Fahey, 1994). Los valores obtenidos de la calidad forrajera de *A. bicolor* (%PB>15, %D/VMS>70) comprueban que es una especie forrajera valiosa.

Respecto a la variación de la calidad forrajera de *A. bicolor* junto a las demás especies integrantes del pastizal, la diferencia significativa fue en invierno (Figura 46). Estos valores, 18,77 %PB y 83,34 %D/VMS, se deben a que la mayor parte del forraje fue producido por *A. bicolor* (Figura 44). En otoño (11,29 %PB y 60,48 %D/VMS) y primavera (11,93 %PB y 57,36 %D/VMS) la calidad forrajera fue similar, ya que la mayor producción fue por el GF Poáceas.

En total, las Fabáceas contribuyeron 68% de la materia seca en invierno, 37% en otoño y 45% en primavera (Figura 44). El óptimo recomendado es de 30% (Maddaloni y Ferrari, 2005) por el riesgo del empaste (el consumo excesivo de las Fabáceas por falta de una dieta equilibrada con gramíneas). En este caso fue evitado al implementar el sistema de pastoreo PRV. Los animales pastan un solo día en la parcela donde las Fabáceas superan el 30 %, y el cambio rápido a la otra parcela con la mayor cantidad

de Poáceas permite obtener la proteína necesaria sin riesgo para el animal. El productor a cargo del establecimiento (comunicación personal) comentó que no se habían registrado problemas de desbalance nutricional que generen los problemas de diarrea y/o empaste por exceso de proteínas y alta digestibilidad.

6.3. Determinación de la participación de *A. bicolor* en un pastizal natural en la localidad Castelli, Buenos Aires, mediante la composición florística de la comunidad herbácea en otoño y primavera

Con 20 especies registradas en otoño y 26 en primavera (Tabla II), el pastizal estudiado, según los rangos propuestos por Butterfield (2019), se clasifica de riqueza moderada en otoño y de alta en primavera. Para los pastizales de la Pampa Deprimida bajo el manejo de pastoreo controlado, el valor promedio de riqueza de una comunidad de media loma es de 16,24 especies, variando entre 11 y 23 según Jaimes *et al.* (2020).

La variación de la composición florística entre otoño y primavera repercute en la cantidad y calidad de la oferta forrajera del pastizal. Las especies que pertenecen a distintos GF, son de diferentes ciclos (OIP o PVO), hábitos de crecimiento y, según la época, varían en su proporción. Cerca de la mitad de las especies censadas pertenecen al GF Otras especies (10 especies en otoño, 12 en primavera), pero su aporte a la forrajímasa es escaso (Figuras 43, 44), dado su hábito de crecimiento (*e.g.* en roseta, planófilo) y su baja abundancia relativa (Tabla III). Dentro de este GF se encontraron las familias *Apiaceae*, *Asteraceae* y *Verbenaceae*, importantes especies para los insectos polinizadores en el ecosistema de pastizal natural. No se encontraron especies tóxicas.

El GF Poáceas es el siguiente grupo que comprende la mayor cantidad de especies: 5 en otoño y 10 en primavera (Tabla II). El otoño la mayoría fueron PVO: *B. laguroides*, *C. dactylon*, *P. dilatatum*, *S. secundatum* (Tabla II). Estas especies terminan su ciclo mientras las gramíneas OIP lo están iniciando y se encuentran en la etapa de germinación o en estado de plántula escapando al censo (Roitman y Preliasco, 2018). En primavera la mayoría de las especies del GF Poáceas fueron OIP: *Bromus* spp, *C. subaristatum*, *Festuca* spp, *L. multiflorum*, *N. neesiana* y *P. stipoides*. Las especies del GF Poáceas presentes en ambos censos fueron *F. arundinacea*, *C. dactylon* y *P. dilatatum*. Si bien la abundancia relativa de gramón y de pasto miel se redujo considerablemente en primavera (Tabla III), la festuca alta juega un rol importante en ambas épocas, y, debido a su rusticidad y competitividad, posee un temprano rebrote en otoño y en primavera aportando un volumen importante de forraje (Casal *et al.*, 2014).

Las Fabáceas presentaron la menor cantidad de especies, siendo todas de alto valor forrajero y las únicas adaptadas a este ambiente (Anexo 10.3, Tablas VI, VII). En otoño se registraron 5 y en primavera 4 especies, de las cuales solamente *A. bicolor* y *T. repens* fueron presentes en ambas épocas. Mientras la abundancia relativa *A. bicolor* fue similar (Tabla III), la abundancia relativa de *T. repens* aumentó apreciable en primavera (de 6,2% en otoño a 24,5% en primavera). Este incremento de trébol blanco hacia la primavera podría indicar, entre otros factores, la sensibilidad de la especie a las altas temperaturas y baja humedad a la salida del verano y principios del otoño debido al sistema radical superficial (Maddaloni y Ferrari, 2005). En este sentido, la diferencia entre las abundancias relativas de la babosita y el trébol blanco podría ser atribuida a una respuesta diferencial al déficit hídrico entre estas épocas. Por otro lado,

queda explicita la ventaja de un sistema radical profundizante de una especie nativa, el producto de evolución en climas semiáridos desde la cordillera de los Andes hasta las llanuras de la Pampa Deprimida.

Entretanto, la presencia notable de trébol blanco en primavera aumenta la cantidad de forraje producida por GF Otras Fabáceas en 15% (Figura 44) en comparación con otoño, pero sin efecto sobre la calidad (Figura 46). La dominancia de las Poáceas en otoño y primavera y su estado fenológico habrían determinado el aumento de la cantidad y el efecto sobre la calidad y fibras de forrájima del pastizal natural.

La gran mayoría de las especies registradas son perennes y cerca de la mitad son nativas. El balance entre las especies perennes y anuales señala sobre la frecuencia de los disturbios que soporta una comunidad vegetal. La prevalencia de especies anuales indicaría una frecuencia alta, *i.e.* el tiempo entre disturbios solamente permite la existencia de las especies que poseen las estrategias de rápido establecimiento y propagación en detrimento de la estabilidad de la comunidad. Por otro lado, la presencia de las especies nativas es importante en la resiliencia y la estabilidad del ecosistema del pastizal natural (Zeme *et al.*, 2015; Olivera *et al.*, 2021).

7. CONCLUSIONES FINALES

Respecto las hipótesis planteadas:

- 1) La especie encontrada e identificada en pastizal natural de la localidad Castelli, Buenos Aires, es *Adesmia bicolor* (Poir.) DC.
- 2) La producción de materia seca de *Adesmia bicolor* no presentó variaciones entre otoño, invierno y primavera para el periodo evaluado. En cambio, la calidad de

Adesmia bicolor varió en función de la época. El contenido de proteína bruta y la digestibilidad de materia seca *in vitro* fueron mayores en invierno.

3) *A. bicolor* fue la especie más abundante en ambas épocas.

Consideraciones finales

Adesmia bicolor mostró ser una especie valiosa tanto como una forrajera y como la participante en la diversidad del pastizal natural. La presencia de *A. bicolor* contribuye a la diversidad por ser una Fabácea nativa y estolonífera, que puede crecer en suelos de baja fertilidad, favoreciendo al crecimiento de otras especies al mejorar la fertilidad y cobertura del suelo.

Además de la calidad y estabilidad de producción de biomasa en las tres épocas del periodo evaluado, su forma de crecimiento, superposición de las etapas vegetativa y reproductiva, adaptación a los suelos de baja fertilidad y condiciones de déficit hídrico evidencian la importancia de la promoción y conservación de la misma en los pastizales de la Cuenca del Salado.

El análisis de la comunidad herbácea del pastizal estudiado corroboró con que las especies de la familia *Poaceae* (GF Poáceas) son las especies dominantes en los pastizales naturales (Roitman y Preliasco, 2018) por lo que el pastoreo es esencial para mantener productivas a las otras especies, en especial a las de la familia *Fabaceae*. Si bien la especie por si sola presenta una excelente calidad, su contribución a la calidad de la oferta forrajera total fue de mayor relevancia en invierno al aportar 67% del total de la biomasa aérea producida.

Los censos de la composición florística de otoño y primavera demostraron de alta a moderada riqueza específica del pastizal estudiado bajo el manejo de pastoreo PRV,

que lleva implementándose más de 15 años en este establecimiento, y comprobarían que las frecuencias e intensidades de defoliación empleadas permiten mantener la riqueza de especies herbáceas (Puhl *et al.*, 2014), cumpliendo con los objetivos de sustentabilidad (Martin y Sauerborn, 2013). Además, la riqueza, como un indicador de biodiversidad, es importante en la evaluación de la condición del pastizal mediante el ISP (Índice de Salud de Pastizal) (Jaimes *et al.*, 2020).

En la región de la Cuenca baja del río Salado los pastizales naturales representan a los ecosistemas complejos, diversos y al mismo tiempo frágiles y conformando la base de la producción ganadera. Entonces, las estrategias del manejo de tales agroecosistemas deben enfocarse en la diversidad y persistencia de las especies forrajeras valiosas, manteniendo el delicado equilibrio del funcionamiento de un ecosistema natural.

8. PROPUESTAS PARA LAS INVESTIGACIONES FUTURAS

a) Respecto el proceso de la FSN y su efectividad, los estudios en los ambientes áridos y semiáridos demostraron que *A. bicolor* posee una alta eficiencia de FSN y que las cepas nativas de rizobios son las más eficientes (Bianco *et al.*, 2013). Por lo tanto, la propuesta sería en la determinación de si son las mismas o distintas cepas de rizobios de *A. bicolor*, como también si son efectivos o no, en los pastizales de la Cuenca del Salado;

b) Las características de tolerancia de *A. bicolor* a sequía y a bajas concentraciones de P en el suelo (Dodd y Orr, 1995) generan las cuestiones interesantes para estudiar el proceso de FSN de *A. bicolor* y su respuesta a la fertilización fosforada en los pastizales de la Cuenca del Salado;

- c) El comportamiento de *A. bicolor* (producción de biomasa y persistencia de la especie) bajo diferentes regímenes de pastoreo: la determinación de las frecuencias e intensidades de defoliación en función de la época del año;
- d) Amplia distribución de *A. bicolor*, desde Perú y el sur de Brasil hasta el norte de Patagonia y el centro de Chile (Burkart, 1966), la diversidad genética (Real *et al.*, 2006), la variabilidad intrapoblacional, plasticidad fenotípica y la variación de forma de crecimiento presentan las posibilidades de la existencia de los ecotipos locales (Maddaloni y Ferrari, 2005). Según Ulibarri es “una forrajera natural de importancia para conservación de su germoplasma” (Ulibarri, 2000);
- e) La determinación de un ecotipo con las características agronómicas deseadas (producción forrajera, calidad, eficiencia FSN, persistencia) y la especificación de las frecuencias de pastoreo permitirían optimizar la producción y la calidad del forraje durante el año, asegurando la persistencia y la abundancia de la especie en los agroecosistemas de pastizales naturales;
- f) Durante el año 2020 la producción de biomasa aérea de *A. bicolor* bajo PRV en la Cuenca del Salado fue estable, pero tomando en cuenta el trabajo de Río Cuarto, donde se observó la variación intra- e interanual (únicamente la época del otoño), habría que estudiar el efecto de variables climáticas sobre la producción de biomasa en la Cuenca del Salado.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F. H. (2020). *Los desafíos de la agricultura global* (1ra ampliada ed.). Buenos Aires: Ediciones INTA. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/9137>
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis. 17th Edition*. Gaithersburgh, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- Ares, J. O., León, R. J. (1972). An Ecological Assessment of the Influence of Grazing on Plant Community Structure. *Journal of Ecology*, 60(2), 333-342.
- Askew, A. P., Fridley, J. D., Grime, P. J. (2011). Predicting Biodiversity Dynamics of Grasslands under Global Change: the Role of Long-term Manipulations of Climate. En G. Lemaire, J. Hodgson, A. Chabbi, *Grassland Productivity and Ecosystem Services* (págs. 123-128). CAB International.
- Autrán, V., Puricelli, E., Faccini, D., Benitez Palazzesi, G., Benitez Palazzesi, C. (2013). Competencia entre *Adesmia bicolor* y distintas especies de malezas. *Ciencias Agronómicas - Revista XXI* (007-011), 7-11.
- Barreto Dias, P. M., Dall'Agnol, M., Schifino-Wittmann, M. T. (2004). Genetic Diversity in the Brazilian Species of *Adesmia* DC (Leguminosae) as Assessed by RAPD. *Plant Genetic Resources*, 2(1), 43-50.
- Basconsuelo, S., Grosso, M., Kraus, T., Bianco, C., Bianco, L., Vileta, D., Malpassi, R. (2013). Leguminosas nativas con potencial forrajero: *Adesmia bicolor* (1ra ed. ed.). Rio Cuarto, Cordoba: UniRio Editora.
- Batista, W. B., Taboada, M. A., Lavado, R. S., Perelman, S. B., León, R. J. (2005). Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa

- Deprimida. En M. Oesterheld, M. R. Aguiar, C. M. Ghera, J. M. Paruelo, *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J.C. León* (págs. 113-127). Buenos Aires: EFA.
- Berasategui, L. A., Barberis, L. A. (1982). Los suelos de las comunidades vegetales de la region Castelli-Pila, Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). *Revista Facultad de Agronomía*, 3(1), 13-25.
- Berretta, E. (1998). *Serie Técnica #102: Seminario de Actualización en tecnologías para*. Montevideo.
- Berretta, E. J. (1994). *El pastoreo como herramienta para mejorar la productividad de las pasturas naturales*. Obtenido de Catálogo de Información Agropecuaria: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14827/1/Berretta-1994.pdf>
- Bianco, C. A. (2002). Growth forms, taxonomy, distribution and uses of the *Adesmia* species (Leguminosae) in Central Argentina (Vol. Dissertationes Botanicae). Berlin; Stuttgart: Cramer in der Gebr. Borntraeger-Verl.-Buchh.
- Bianco, L. (2014). Rhizobial infection in *Adesmia bicolor* (Fabaceae) roots. *Archives of Microbiology*, 196(9), 675-679. doi:10.1007/s00203-014-1004-0
- Bianco, L., Angelini, J., Fabra, A., Malpassi, R. (2013). Diversity and symbiotic effectiveness of indigenous rhizobia nodulating *Adesmia bicolor* in soils of Central Argentina. *Current Microbiology*, 66(2), 174-184. doi:10.1007/s00284-012-0260-y
- Booth, B. D., Murphy, S. D., Swanton, C. J. (2003). *Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems*. CABI Publishing.

- Boschi, F., Latorre, P., Saldanha, S., Machado, J., Bentancur, O., Moure, S. (2016). Importancia de las semillas duras en leguminosas forrajeras producidas en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 20(2), 43-50.
- Burkart, A. (1952). *Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas*. Buenos Aires: ACME.
- Burkart, A. (1966). *Contribución al estudio del género Adesmia (Leguminosae)*, VI (Vol. t.14). Buenos Aires.
- Burkart, A. (1967). *Sinopsis del género sudamericano de Leguminosas Adesmia DC. (Contribución al estudio del género Adesmia, VII)* (Vol. T. 14). Buenos Aires: Instituto de Botánica Darwinion.
- Burkart, A. (1969). *Flora ilustrada de Entre Rios (Argentina) Parte III* (Vols. VI, III). Buenos Aires, Argentina: Colección Científica del INTA.
- Burkart, S. E., Leon, R. C., Movia, C. P. (1990). Inventario fitosociológico del pastizal de la Depresión del Salado en un area representativa de sus principales ambientes. *Darwiniana* (30 (1-4)), 27-69.
- Butterfield, J., Bingham, Sam., Savory, A. (2019). *Holistic Management Handbook: Regenerating Your Land and Growing Your Profits*. Washington, DC, USA: Island Press.
- Cabrera, A., Zardini, E. (1993). *Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires* (2da ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial ACME S.A.C.I.
- Casal, A., Coria, D., Pettinari, J. (2014). *El pastizal natural. Mejoras en la producción de pasto*. INTA.

- Casal, A., Jaimes, F. R., Cesa, A., Martinefsky, M. J., Otondo, J., Martorello, A. Q., May, V. M. (2019). En la búsqueda de prácticas agroecológicas para la restauración y uso sustentable de los pastizales naturales pampeanos, recursos forrajeros multifuncionales. Argentina.
- Casal, A., Olivera, M. E., Coria, J. D., Postulka, E. B., Escudero, D. L., De Magistra, C., Lorenz, S. (2020). Efecto de condiciones hídricas sobre el balance especies nativas/exóticas de un pastizal de Cuenca del Salado. *43° Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal*, (págs. 52-53).
- Castronovo, A. (1945). Estudio cariológico de doce especies de Leguminosas argentinas. *Darwiniana*, 7(1), 48-59.
- Cauhépé, M. A., Hidalgo, L. G. (2005). La Pampa Inundable: el uso ganadero como base de la sustentabilidad social, económica y ambiental. En M. Oesterheld, M. R. Aguiar, C. M. Ghera, J. M. Paruelo, *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J.C. León* (págs. 401-430). Buenos Aires: EFA.
- Chaneton, E. J. (2016). Modelos Ecológicos Aplicados al Manejo de Pastizales Naturales. *VII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales Naturales, X Encuentro de Ganaderos del Pastizal del Cono Sur*, (págs. 23-26).
- Chaneton, E. J., Facelli, J. M., León, R. J. (1988). Floristic Changes Induced by Flooding on Grazed and Ungrazed Lowland Grasslands in Argentina. *Journal of Range Management*, 41(6), 495-499.
- Coll, J., Zarza, A. (1992). *Leguminosas nativas promisorias: Trébol polimorfo y babosita*. Montevideo: INIA.

- Deregibus, V. A. (2000). Argentina's Humid Grazing Lands. En G. Lemaire, J. Hodgson, A. de Moraes, C. Nabinger, P. C. de F. Carvalho, *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology* (págs. 395-404). CABI Publishing.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C. W. (2020). *Infostat*. Argentina: Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Dias, P., Schifino-Wittmann, M., Dall'Agnol, M. (2004). *Adesmia* DC: Estado atual do conhecimento e perspectivas de uso de uma forrageira nativa de alta qualidade. *Revista Científica Rural*, 9(2), 60-71.
- Díaz, S., Acosta, A., Cabido, M. (1992). Morphological analysis of herbaceous communities under different grazing regimes. *Journal of Vegetation Science*, 3, 689-696.
- Do Canto, J., Reyno, R., Real, D., Revell, C. (2013). Seed Softening Patterns of Forage Legumes in a Temperate/ subtropical Environment. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(1), 41-47.
- Dodd, M., Orr, S. (1995). Seasonal Growth, Phosphate Response, and Drought Tolerance of 11 Perennial Legume Species Grown in a Hill-country Soil. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 38, 7-20.
- En Tao Wang, W. F. (2019). *Ecology and Evolution of Rhizobia. Principles and applications*. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. doi:10.1007/978-981-32-9555-1

- Fahey, G. C., Collins, M., Mertens, D. R., Moser, L. E. (1994). *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. USA: American Society of Agronomy, Inc. doi:10.2134/1994.foragequality
- Fernández, P. L., Lombardo, P. (2022). *Agroecosistemas: caracterización, implicancias ambientales* (1ra edición ed.). Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía.
- Frame, J. (2018). *Forage Legumes for Temperate Grasslands*. CRC Press.
- Ghera, C. M., Perelman, S. B., Burkart, S. E., León, R. (2007). Floristic and Structural Changes Related to Opportunistic Soil Tilling and Pasture Planting in Grassland Communities of the Flooding Pampa. *Biodiversity and Conservation*(16), 1575-1592. doi:10.1007/s10531-006-9002-4
- Gibson, D. J. (2009). *Grasses and Grassland Ecology*. Oxford University Press.
- Golluscio, R. A., Bottaro, H., Rodano, D., Garbulsky, M. F., Bobadilla, S., Buratovich, O., Villa, M. (2009). Divergencias en la estimación de receptividad ganadera en el noroeste de la Patagonia: diferencias conceptuales y consecuencias prácticas. *Ecologia Austral*, 19(1), 3-18. Recuperado el 2022, de https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/issue/view/24
- Gotelli, N. J., Ellison, A. M. (2013). *A Primer of Ecological Statistics* (2nd ed.). USA: Sinauer Associates, Inc.
- Hopkins, W., Huner, N. (2009). *Introduction to Plant Physiology* (Fourth Edition ed.). U.S.A.: John Wiley Sons, Inc.
- Imbelloni, P. A., Giménez, J. E., Panigatti, J. L. (2010). *Suelos de la Región Pampeana: Procesos de formación*. Buenos Aires: Ediciones INTA.

- Insausti, P., Chaneton, E. J., Grimoldi, A. A. (2005). Las Inundaciones modifican la estructura y dinámica de la vegetación en los pastizales de la Pampa Deprimida. En M. Oesterheld, M. R. Aguiar, C. M. Ghera, J. M. Paruelo, *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J.C. León* (1ra ed., págs. 253-269). Buenos Aires: Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Instituto de Botánica Darwinion. *Flora Argentina y del Conosur*. Recuperado el 2022, de <http://buscador.floraargentina.edu.ar/>
- INTA. (1989). *Mapa de Suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000*. Buenos Aires: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD ARG 85/019 CIRN-Instituto de Evaluación de Tierras.
- INTA. *Carta de suelos de la República Argentina 3557-33*. (INTA, Editor) Recuperado el 2022, de https://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3557/M_J_Cobo/index.htm
- Isidra-Arellano, M. C., Valdés-López, O. (2022). ¿Cómo Controlan las Leguminosas el Número de Nódulos para Evitar Comprometer su Crecimiento y Desarrollo? *Revista de Educación Bioquímica*, 41(2), 51-65.
- ISTA. (2012). *International Rules for Seed Testing*. Basserdorf.
- Izaguirre, P., Beyhaut, R. (1997). *Las leguminosas en Uruguay y regiones vecinas. Parte I. Hemisferio Sur*.
- Jacobo, E., Rodríguez, A. M., Miñarro, F. O., Preliasco, P. (2012). *Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la Pampa Deprimida* (1 ed.). Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina; Aves Argentinas Aop.

- Jacobo, E., Rodríguez, A., González, J., Golluscio, R. (2016). Efectos de la intensificación ganadera sobre la eficiencia en el uso de la energía fósil y la conservación del pastizal en la cuenca baja del río Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agriscientia*, 33(1).
- Jaimes, F. R., Casal, A. V., Martinefsky, M. J., Cesa, A., Otondo, J., Milano, G. (2020). Índice de salud de pastizal y relación con indicadores de biodiversidad en Pampa Deprimida y Austral. Comunicación. *43° Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal*.
- Jaimes, F., Casal, A., Cesa, A., Martinefsky, M. J., Otondo, J. (2020). Caracterización de atributos de la vegetación en 10 establecimientos que realizan pastoreo planificado y/o ganadería regenerativa de la Pampa Deprimida y Austral. *VIII Congreso Latinoamericano de Agroecología*, (págs. 45-49).
- Jones, C. G., Lawton, J. H., Shachak, M. (1994). Organisms as Ecosystem Engineers. *Oikos*, 69(3), 373-386.
- Kaufmann, I. I., Feldman, S. R., Sacido, M. B. (2019). Efectos del pastoreo en riqueza florística, biomasa y cobertura de un pastizal de albardón, Argentina. *Revista Politécnica*(29), 95-107.
- Kitajima, K. (2007). Seed and Seedling Ecology. En F. I. Pugnaire, F. Valladares, *Functional Plant Ecology* (2 ed., págs. 549-580). CRC Press.
- Körner, C. (1994). 6. Scaling from Species to Vegetation: The Usefulness of Functional Groups. En E.-D. Schulze, A. H. Mooney, *Biodiversity and Ecosystem Function* (págs. 117-137). Springer-Verlag.

- Lemaire, G., Hodgson, J., Chabbi, A. (2011). *Grassland Productivity and Ecosystem Services*. CAB International.
- León, R. J., Bertiller, M. (1982). Aspectos fenológicos de dos comunidades del pastizal de la Depresión del Salado. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 20(3-4), 329-347.
- Maddaloni, J., Ferrari, L. (2005). *Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina* (2da ed.). Lomas de Zamora: UNLZ.
- Maresca, S. (2018). *Situación actual y perspectivas de la ganadería en Cuenca del Salado*. EEA Cuenca del Salado INTA. Recuperado el 2022, de <https://inta.gob.ar/documentos/situacion-actual-y-perspectivas-de-la-ganaderia-en-cuenca-del-salado>
- Martin, K., Sauerborn, J. (2013). *Agroecology*. Springer. doi:10.1007/978-94-007-5917-6
- Mihoê Garrido, M. K. (2012). Biogeografía Histórica del subgénero *Acanthadesmia* Burkart (*Adesmia*, Fabaceae). *Tesis doctoral*, 59-60. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Milano, C. (2018). *Leguminosas herbáceas nativas: una alternativa para la restauración de pastizales y suelos degradados en el sudoeste bonariense*. Tesis de magíster en ciencias agrarias. Bahía Blanca, Argentina.
- Minorsky, P. V. (2019). The functions of foliar nyctinasty: a review and hypothesis. *Biological Reviews*, 94, 216-229.
- Nabinger, C., de Faccio Carvalho, P. C. (2009). Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad. *Agrociencia*, XIII (N°3), 18-27.

- Nicora, E. G., Rúgolo de Agrasar, Z. (1997). Gramineae. En H. B. Lahitte, H. A. Hurrel, *Plantas de la Costa. Biota Rioplatense I*. Ediciones L.O.L.A.
- Olivera, M. E., Postulka, E. B., Lorenz, S., Casal, A. V., De Magistra, C., Escudero, D. L. (2021). Riqueza de especies nativas y grado de perennización de un pastizal natural de la Cuenca del Salado bajo Pastoreo Racional Voisin. *44° Congreso Argentino de Producción Animal. Vol. 41 Supl. 1*, págs. 41-135. Revista Argentina de Producción Animal.
- Olivera, M. E., Postulka, E., Lorenz, S., Casal, A., Escudero, D., De Magistra, C., Perez, E. (2020). Agrobiodiversidad y Producción Forrajera de un Pastizal Natural de la Cuenca del Salado bajo Pastoreo Racional de Voisin. *VIII Congreso Latinoamericano de Agroecología*, (págs. 41-44).
- Otondo, J., Casal, A. (2016). *Pastizales Naturales: Estrategias de Manejo para Mejorar su Uso Actual*. Recuperado el 2022, de Pregón agropecuario: <https://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=8294>
- Panzitta, M., Malpassi, R., Basconsuelo, S., Pérez, V., Gorjon, J., Fitzimons, D., Bianco, L. (2019). Ensayos preliminares para determinar la fijación biológica de nitrógeno de *Adesmia bicolor* a través del método de la abundancia natural. *IDESIA (Chile)*, 37(1), 61-65. Recuperado el 2022, de https://idesia.cl/index.php?option=com_volumenesview=ddoc=IDESIA_86/0718-3429-idesia-02301.pdf&id=930&vid=86
- Pereira de Menezes, F., De Souza Maia, M., Oliveira Bicca, A. M. (2012). Espécies nativas forrageiras: *Adesmia* spp. (EDIURCAMP, Ed.) *Revista Científica Rural*, 14(1).

- Peretti, A. (1994). *Manual para análisis de semillas* (1a. edición ed.). Buenos Aires: Hemisferio Sur.
- Pérez, V., Panzitta, M., Vidal, C., Basconsuelo, S., Gorjon, J., Fitzimons, D., Bianco, L. (2020). Ritmo de crecimiento, producción de biomasa y dinámica de movilización de carbohidratos en un cultivo de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC (FABACEAE). *Chilean Journal of Agricultural Animal Sciences (ex Agro-Ciencia)* (36), 171-180. doi:<https://doi.org/10.29393/CHJAAS36-15RCVP80015>
- Perrachon Ariztia, J. (2016). *Siembra de Praderas, algunas acciones prácticas y sencillas que mejoran los resultados*. Recuperado el 2022, de Sitio Argentino de Producción Animal: https://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/211-siembra.pdf
- Puhl, L. E., Perelman, S. B., Batista, W. B., Burkart, S. E., León, R. J. (2014). Local and Regional Long-term Diversity Changes and Biotic Homogenization in Two Temperate Grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 25, 1278-1288.
- Rabaiotti Bottaro, E., Iglesias López, F. (1997). Caracterización preliminar de *A. bicolor*. Uruguay: facultad de Agronomía de la Republica Oriental de Uruguay.
- Ragonese, A. M. (1969). *Anatomía del género Adesmia (Leguminosas)* (Vols. t.15, n 1-2). Darwiniana.
- Real, D., Dalla Rizza, M., Reyno, R., Quesenberry, K., Williams, M. J., Jaurena, M., Labandera, C. A. (2006). *Evaluation of the Uruguayan Forage Legume Adesmia bicolor De Candolle in Uruguay and USA*.

- Ressia, M. A., Donzelli, M. V., Jankovich, V., Caldentey, F., Borrajo, C. I., Maresca, S. (2014). Distribución de la tasa de crecimiento de tres comunidades típicas de la Cuenca del Salado. *Revista Argentina de Producción Animal*, 34(Supl. 1), 139.
- Roitman, G., Preliasco, P. (2018). *Guía de reconocimiento de herbáceas de la Pampa deprimida* (2da ed.). Buenos Aires: Fund. Vida Silvestre Argentina. Recuperado el 2022, de https://wwfar.awsassets.panda.org/downloads/kit_pampas__guia__de_reconocimiento_de_herbaceas_de_la_pampa_deprimida_segunda_edicion.pdf
- Rosengurt, B. (1946). *Estudio sobre Praderas Naturales del Uruguay* (Vol. 5ta contribución). Montevideo.
- Sainz Rosas, H., Angelini, P. H., Echeverría, H. (2012). Fósforo disponible en suelos agrícolas de la región Pampeana y Extra Pampeana argentina. (E. INTA, Ed.) *Revista de investigaciones agropecuarias (RIA)*, 38 (1), 33-39. Recuperado el 2022, de https://ria.inta.gob.ar/wp-content/uploads/2012/04/ria-38-1-2012_0.pdf
- Scheffer-Basso, S. M., Avila Jacques, A. V., Dall'Agnol, M., Riboldi, J., Jesuz Castro, S. M. (2001). Availability and Nutritive Value of the Wild Leguminous (*Adesmia* DC.) and Exotics (*Lotus* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia (RBZ)*, 30(3 sup.1), 975-982. doi:10.1590/S1516-35982001000400010
- Sfoggia Miotto, S. T., Forni-Martins, E. R. (1994). Número cromossómico em espécies brasileiras de *Adesmia* DC. (Leguminosae-Faboideae). *Acta Botanica Brasilica*, 8 (1), 3-9.

- Smith, T. M., Smith, R. L. (2012). *Elements of Ecology* (8th edition ed.). Pearson.
- Steffens, B., Rasmussen, A. (February de 2016). The Physiology of Adventitious Roots. *Plant Physiology*, 170, 603-617.
- Strasburger, E., Noll, F., Schenck, H., Schimper, A. (2004). *Tratado de Botánica* (35 ed.). Ediciones Omega S.A.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I., Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (Sixth Edition ed.). Sunderland, Massachusetts, U.S.A.: Sinauer Associates, Inc.
- Tedesco, S. B., Stefanello M. O., Schifino-Wittmann, M. T., Battistin, A., Dall'Agnol, M. (2001). Superação de dormência em sementes de espécies de *Adesmia* DC. (Leguminosae). *Revista brasileira de Agrociência*, v.7, n.2, mai-ago 2001, 89-92.
- Tedesco, S., Dall'Agnol, M., Schifino-Wittmann, M., Valls, J. (2000). Mode of reproduction of Brazilian species of *Adesmia* (Leguminosae). *Genetics and Molecular Biology*, 23(2), 475-478.
- Thompson, K., Band, S. R., Hodgson, J. G. (1993). Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, 7, 236-241.
- Troiani, H. O., Prina, A. O., Muiño, W. A., Tamame, M. A., Beinticincio, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía* (1 ed.). Universidad Nacional de La Pampa.
- Ulibarri, E. A., Burkart, A. (2000). *Sinopsis de las especies de Adesmia* (Leguminosae, *Adesmieae*) de la Argentina (Vols. 38(1-2)). Darwiniana.
- Valla, J. J. (1996). *Botánica. Morfología de las Plantas Superiores*. Hemisferio Sur.

- Vich, H., Antelo, M., Hurtado, R. (2010). Clasificación climática de Thornthwaite para la región oriental de la Republica Argentina. *XIII Reunión Argentina y VI Latinoamericana de Agrometeorología, 20 al 22 de octubre de 2010*. Bahia Blanca.
- Vidal, C., Ibañez, M., Boito, G., Crenna, C., Basconsuelo, S. (2016). Sistema reproductivo de *Adesmia bicolor* (Leguminosae). *Interciencia*, 41 (11), 757-762.
- Vileta, D. G., Grosso, M., Fondevila, M. (2014). Nutritive Value for Ruminants of Two Herbaceous South American Native Legumes: *Adesmia bicolor* and *Adesmia macrostachya*. *Animal Production Science* (54), 158-164.
doi:<http://dx.doi.org/10.1071/AN12371>
- Vileta, D., Bianco, L., Grosso, M., Malpassi, R. (2010). Biological Nitrogen Fixation by *Adesmia bicolor* and *Adesmia macrostachya*, Potential Forage Species for Arid and Semi-arid Environments. *Interciencia*, 35 (2).
- Voisin, A. (1968). *Productividad de la hierba*. Madrid: Editorial Tecnos S.A.
- Willey, N. (2016). *Environmental Plant Physiology*. Garland Science Taylor Francis Group.
- Yuan, Z., Neßhöver, C., Dayuan, X., Beierkuhnlein, C. (2015). A Theoretical Concept for Understanding of Functional Diversity and Its Influence on Ecosystem Functioning. En J. A. Yueh-Hsin Lo, *Biodiversity in Ecosystems*.

Presentaciones a eventos científicos derivados del presente trabajo final de grado:

1. Postulka E., Khvostova O., Lorenz S., De Magistra C., Olivera M. E.. Efecto de la dormición impuesta por tegumento seminal sobre la germinación y almacenamiento de semillas de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC. XXXIX Jornadas Argentinas de Botánica, Catamarca. Argentina. Octubre de 2023.
2. Postulka E., Khvostova O., Lorenz S., De Magistra C., Olivera M. E.. Sistema de ramificación y formación de corona de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC: importancia en el rebrote y persistencia. XXXIX Jornadas Argentinas de Botánica, Catamarca. Argentina. Octubre de 2023.

10. ANEXO

10.1. Características climáticas

Tabla IV. Valores medios de precipitación pluviométrica para el periodo 2015-2020. Datos de la estación Chascomús - EEA Cuenca del Salado 35°44' S, 58°03' O. Fuente: web SIGA INTA.

Mes	Media mensual (2015-2019), mm	Mensual 2020, mm	Desvío, mm
Enero	102,9	52,2	- 50,6
Febrero	83,8	87,0	+3,2
Marzo	67,1	178,0	+110,9
Abril	84,3	82,5	-1,8
Mayo	28,7	3,75	-24,9
Junio	17,5	32,5	+14,9
Julio	51,2	17,5	-33,6
Agosto	51,6	61,5	+9,9
Septiembre	48,5	48,5	-0,04
Octubre	82,7	97,5	+14,8
Noviembre	82,0	54,7	-27,2
Diciembre	66,2	33,2	-32,9

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Media anual, mm	955,0	852,2	589,7	650,7	474, 5	749,0

Tabla V. Valores de temperaturas medias para el periodo 2015-2020. Datos de la estación Chascomús - EEA Cuenca del Salado 35°44' S, 58°03' O. Fuente: web SIGA INTA.

Periodo 2015-2019				2020 desvío (°C)		
Mes	<i>T min</i>	<i>T media</i>	<i>T max</i>	<i>T min</i>	<i>T media</i>	<i>T max</i>
Enero	16.6	23.0	29.4	-0.8	-0.4	-0.1
Febrero	16.3	23.0	29.9	-1.0	-0.8	-0.6
Marzo	13.6	20.4	27.3	+3.0	+2.2	+1.4
Abril	11.3	17.6	23.9	-0.5	-1.0	-1.5
Mayo	8.2	13.8	19.4	-1,0	-0.5	0.0
Junio	5.0	10.7	16.4	+1.5	+1.3	+1.1
Julio	5,0	9.9	14.8	-0.5	-0.6	-0.7

Agosto	5.9	11.6	17.4	-3.0	-1.6	-0.3
Septiembre	7.5	13.3	19.2	-1.3	-0.8	-0.2
Octubre	9.9	15.7	21.4	-0.6	-0.1	+0.4
Noviembre	13.0	19.7	26.3	+0.6	+0.7	+0.8
Diciembre	14.8	22.1	29.3	-0.7	0.0	+0.7

10.2. Determinación del poder germinativo y de la proporción de semillas duras de *Adesmia* sp.

Tratamiento pre germinativo: Escarificación

La dureza de los tegumentos que presentan la mayoría de las especies de la familia Fabaceae (Tedesco *et al.*, 2001) es la causa de la dormición impuesta por los mismos. Es por ello que se realizó un ensayo anexo para comprobar si *Adesmia* sp poseía también tegumentos duros como las demás Fabáceas.

Ensayo de germinación para evaluación de dureza en tegumentos

La prueba de germinación se realizó con dos tratamientos: i) semillas con escarificación y ii) semillas sin escarificación. El procedimiento de escarificación se realizó previo a la siembra en forma manual mediante un dispositivo experimental de elaboración propia. El mismo consistió en un contenedor de metal con tapa y en la parte exterior del contenedor se pegó una porción de lija para madera fina para poder rozar contra las semillas y escarificar (Figura 47).



Figura 47. El dispositivo para escarificación manual.
Elaboración propia.

Para los ensayos de germinación se tomó como especie de referencia al trébol blanco (*Trifolium repens* L.) ya que el género *Adesmia* no se encuentra en reglas ISTA hasta la fecha.

Se trabajó con 4 repeticiones de 100 semillas las cuales se sembraron sobre papel de germinación en cajas de plástico, luego envueltas con bolsas transparentes de polietileno y cerradas. Se colocarán en cámaras de germinación a temperaturas recomendadas por ISTA (2012) para esta especie de 20°C con ciclos de 8/16 horas de luz/oscuridades diarias.

A los 10 días de haberse colocado las cajas de germinación en la cámara se realizó el recuento final de plántulas normales, plántulas anormales, semillas duras y semillas muertas (ISTA Handbook of Seedling Evaluation, 2012). El dato final de plántulas normales en porcentaje se denominó PG (porcentaje de germinación).

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Semillas de la FCA UNLZ (Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora).

La muestra de las semillas procedente del pastizal natural de la localidad Castelli, Buenos Aires, presentó 94% de semillas duras y P_{1000} de 2,36 g.

10.3. Planillas de la composición florística del muestreo de la parcela #9

Tabla VI. Datos del muestreo de la composición florística en otoño, agrupadas por familia; Co: cobertura; AR: abundancia relativa, en %.

	NC	NV	Origen	Ciclo	Duración	Co	AR
1 Poaceae							
1	<i>Bothriochloa laguroides</i>	Cola de liebre	n	PVO	P	3	2,7
2	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto miel	n	PVO	P	23	20,4
3	<i>Stenothaphrum secundatum</i>	Pasto colchón	n	PVO	P	2	1,8

4	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramón	natur	PVO	P	22	19,5
5	<i>Festuca arundinacea</i>	Festuca alta	natur	OIP	P	24	21,2
6	<i>Sporobolus indicus</i>	Pasto chaira	n	PVO	P	*	
2 Fabaceae							
7	<i>Adesmia bicolor</i>	Babosita	n	OIP	P	25	22,1
8	<i>Lotus tenuis</i>	Trébol de los cuernitos	natur	PVO	P	2	1,8
9	<i>Medicago lupulina</i>	Lupulina	natur	OIP	A	1	0,9
10	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol de olor	natur	OIP	A	1	0,9
11	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	natur	OIP	P	7	6,2
3 Apiaceae							
12	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apio de hoja fina	natur	OIP	A	1	0,9
13	<i>Eryngium eburneum</i>	Falsa caraguata	natur	OIP	P	*	
4 Cyperaceae							
14	<i>Eleocharis bonariensis</i>	Cyperus	natur	PVO	P	1	0,9
5 Plantaginaceae							
15	<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén	natur	OIP	P	1	0,9
6 Verbenaceae							
16	<i>Verbena bonariensis</i>	Verbena	natur	PVO	P	*	
7 Asteraceae							
17	<i>Ambrosia tenuifolia</i>	Altamisa	n	PVO	P	*	
18	<i>Baccharis trimera</i>	Carqueja	n	PVO	P	*	
19	<i>Conyza bonariensis</i>	Rama negra	n	OIP	A	*	
20	<i>Solidago chilensis</i>	Vara de oro	n	PVO	P	*	
					CT	113	

Tabla VII. Datos del muestreo de la composición florística en primavera, agrupadas por familia; Co: cobertura; AR: abundancia relativa, en %.

	NC	NV	Origen	Ciclo	Duración	Co	AR
1 Poaceae							
1	<i>Bromus catharticus</i>	Cebadilla criolla	n	OIP	A	6	5,9
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramón	natur	PVO	P	2	2,0
3	<i>Festuca arundinacea</i>	Festuca alta	natur	OIP	P	14	13,7
4	<i>Lolium multiflorum</i>	Raigrás	natur	OIP	A	19	18,6
5	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto miel	n	PVO	P	2	2,0
6	<i>Bromus mollis</i>	Cebadilla peluda	n	OIP	A	*	

7	<i>Chascolytrum subaristatum</i>	Tembladerillas	n	OIP	P	*	
8	<i>Piptochaetium stipoides</i>	Flechilla	n	OIP	P	*	
9	<i>Nassella neesiana</i>	Canutillo	n	OIP	P	*	
10	<i>Festuca bromoides</i>	Pasto cedilla	natur	OIP	A	*	
2 Fabaceae							
11	<i>Adesmia bicolor</i>	Babosita	n	OIP	P	25	24,5
12	<i>Lotus tenuis</i>	Trébol de los cuernitos	natur	PVO	P	1	1,0
13	<i>Medicago lupulina</i>	Lupulina	natur	OIP	A	1	1,0
14	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	natur	OIP	P	25	24,5
3 Asteraceae							
15	<i>Baccharis trimera</i>	Carqueja	n	PVO	P	*	
16	<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo	natur	OIP	A	*	
17	<i>Leontodon saxatilis</i>	Diente de león	natur	OIP	P	1	1,0
18	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margarita	natur	OIP	P	3	2,9
4 Apiaceae							
19	<i>Eryngium paniculatum</i>	Caraguata	n	OIP	P	*	
20	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apio de hoja fina	n	OIP	A	*	
5 Verbenaceae							
21	<i>Verbena intermedia</i>	Verbena	n	OIP	P	1	1,0
6 Iridaceae							
22	<i>Herbertia lahue subsp. amoena</i>	Lirito de hoja plegada	n	OIP	P	1	1,0
23	<i>Sisyrinchium platense</i>	Canchalagua	n	OIP	P	*	
7 Oxalidaceae							
24	<i>Oxalis corniculata</i> var. <i>atropurpurea</i>	de flor amarilla	n	OIP	P	1	1,0
8 Cyperaceae							
25	<i>Carex bonariensis</i>	Cebollín	n	PVO	P	*	
9 Plantaginaceae							
26	<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén	natur	OIP	P	*	
					CT	102	