



XII CONGRESO INTERNACIONAL
Sistemas Silvopastoriles
URUGUAY 2023

Sistemas Silvopastoriles

Hacia una diversificación sostenible



XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles

II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles

IV Seminario Seminario Nacional de Sistemas Silvopastoriles

Montevideo, Uruguay 2023

V Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles

Buenos Aires, Argentina 2023





XII CONGRESO INTERNACIONAL
Sistemas Silvopastoriles

URUGUAY 2023

INICIO
CRÉDITOS
COMITÉS
CONTENIDO
SESIÓN I
SESIÓN II
SESIÓN III
SESIÓN IV
ANEXOS

TÍTULO

SISTEMAS SILVOPASTORILES: HACIA UNA DIVERSIFICACIÓN SOSTENIBLE

EDITORES

Julián E. Rivera
Carolina Viñoles
Jean Fedrigo
Adriana Bussoni
Pablo Peri
Luis Colcombet
Enrique Murgueitio
Andrea Quadrelli
Julián Chará

FOTOGRAFÍA PORTADA

Plataforma Interdisciplinaria de Largo Plazo para la Investigación, Docencia y Extensión en Sistemas Silvopastoriles en Uruguay (detalles pg 471).

Jean Fedrigo

Plantación en filas dobles de *Eucalyptus dunnii*, 55 meses de edad, Florida, Uruguay.

Adriana Bussoni

Sistema silvopastoril con Álamo. Delta del Paraná, Argentina.

Pablo Peri

DISEÑO GRÁFICO

José Antonio Riascos de la Peña

ISBN

978-628-95190-5-1

© 2023. CIPAV

Para citar este documento

Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. 2023. Sistemas Silvopastoriles: Hacia una Diversificación Sostenible. CIPAV. Cali, Colombia.

Ficha catalogación

Sistemas silvopastoriles: hacia una diversificación sostenible / Rivera, Julián; Viñoles, Carolina; Fedrigo, Jean; Bussoni, Adriana; Peri, Pablo; Colcombet, Luis; Murgueitio, Enrique; Quadrelli, Andrea; Chará, Julián. -- Cali, CIPAV, 2023

Libro digital descargable Formato PDF

Tamaño 22 Mb

ISBN 978-628-95190-5-1

1.Sistemas silvopastoriles. -- 2. Producción agropecuaria. -- 3. Sistemas sostenibles. -- 4. Producción sostenible. -- 5. Pastoreo. -- 6. Silvicultura -- I. Julián Rivera, Carolina Viñoles, Jean Fedrigo, Adriana Bussoni, Pablo Peri, Luis Colcombet, Enrique Murgueitio, Andrea Quadrelli, Julián Chará. -- II. Título

634.99 CD 21

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Capacidad productiva de pastizales bajo plantaciones de distinta densidad de *Eucalyptus globulus* en el sudeste bonaerense

Productive capacity of grasslands under plantations of *Eucalyptus globulus* with different tree densities in the southeast of Buenos Aires

A. Quiñones Martorello; C. Uhalt; L.R. Petigrosso; L. Salleses; M.E. Fernández; J. Gyenge

Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (UEDD IPADS Balcarce INTA CONICET), AER Tandil, Gral. Rodríguez 370, Tandil, Buenos Aires.

Javier_gyenge@yahoo.com; Gyenge.javier@inta.gob.ar

Abstract

Forage production in silvopastoral systems depends mainly on the level of radiation that reaches the herbaceous stratum and the ability of species to fix carbon (C) in their biomass and, at the same time, to respond positively to grazing. Thus, in the Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, a factorial test of solar radiation (3 levels) x cut (3 levels) was proposed in *Eucalyptus globulus* plantations in order to have information that allows the development of management standards for silvopastoral systems based on forage production. The plots with the highest tree density showed individuals with a smaller diameter and a greater crown cover, intercepting 90% of the photosynthetically active radiation. The annual productivity was different according to the degree of solar radiation and cutting frequency, being higher in the grassland (305 gr dry matter (DM) m⁻²) than in high tree density (115 gr DM m⁻²) and in the low frequency treatment cutting (289 gr DM m⁻²) than in the situation without cutting (94 gr DM m⁻²). The forage productivity peak was observed in autumn, showing a relatively constant rate of production during the summer. The variation in the water content in the soil appears as a variable that could also limit forage production in synergy with the lack of solar radiation. Despite the fact that forage productivity was relatively high even with low radiation levels, these results show the need to manage forest cover to avoid depressing production.

Palabras claves: *producción forrajera, respuesta al pastoreo, pastizales naturales, densidad de plantación.*

Key Word: *fodder production, response to grazing, natural grasslands, tree density plantations.*



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Introducción

El cultivo de *Eucalyptus globulus* Labill. en Argentina se concentra en el sudeste de la región pampeana conocida también como pampa interserrana, la que involucra más de 3 millones de ha. Esta región se caracteriza por tener una alta actividad agrícola-ganadera en donde las primeras plantaciones forestales realizadas por la década del 50, tuvieron como objetivo la protección del ganado y de los caminos. Durante la década de los 80 se explotaron muchas de estas plantaciones para cubrir las necesidades de la industria celulósica-papelera europea y de Japón (hasta el año 2000 se exportaron más de 2,3 millones de toneladas; Galarco y Ramilo, 2019). Si bien la tasa de plantación disminuyó fuertemente en la actualidad, existen alrededor de 5600 ha de *E. globulus* en forma de macizos y cortinas en un radio de 100 km del puerto de Quequén, partido de Necochea (MAA-BA, 2011). En general, a pesar de que las forestaciones se sitúan en suelos de menor aptitud agropecuaria (Tipo 4 y no apto), las tasas de crecimiento y la calidad de madera fueron buenas, con valores promedio de densidad básica de $0,547 \text{ g cm}^{-3}$ que a la vez, mostró baja variación en respuesta al sitio, procedencia y edad a la cosecha (Moreno *et. al.*, 2018). Si bien la madera de esta especie tiene un alto valor para su uso en la industria del triturado, también posee una buena aptitud para obtener productos aserrados o laminados, lo que genera interés de un mayor desarrollo de la actividad forestal en la región sumado a los servicios ambientales relacionados con la mitigación de los efectos del cambio climático.

La presencia del árbol en pastizales pampeanos genera servicios ambientales, tales como mitigar el estrés calórico de los animales y mejorar su desempeño productivo (Canozzi *et. al.*, 2022) y/o cambios en la composición del pastizal favoreciendo una mayor amplitud anual en la oferta de forraje (Casal y Jankovic, 2015). En general, la presencia de sombra genera una disminución en la producción forrajera, aunque el impacto dependerá de la capacidad de las especies de hacer uso del ambiente lumínico. De esta manera, la participación de especies C4 (que tiene picos de producción en verano) disminuye en favor de especies C3 (con picos de producción en primavera y otoño) al aumentar los niveles de sombreado, explicando así la ampliación en la oferta forrajera (Clavijo *et. al.*, 2005). La cantidad de radiación solar interceptada por el forraje también determina la capacidad de tolerar frecuencias altas de herbivoría (e.g. Caballé, 2013). En términos generales, las plantas creciendo a la sombra toleran una alta intensidad siendo más sensibles a la frecuencia de pastoreo. Así, aumentos en la frecuencia de corte o de cobertura forestal limitan el crecimiento post cosecha de las plantas bajo sombra en relación a la situación a cielo abierto (Caballé, 2013). En este



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

marco, es importante conocer el efecto de la presencia de árboles sobre la cantidad de radiación solar que interceptan sus copas y la respuesta del pastizal a dicho ambiente, analizando tanto la cantidad de forraje producido como los momentos de máxima producción, para poder desarrollar normas de manejo que permitan la implementación de sistemas silvopastoriles en la región.

El objetivo general del trabajo fue el de determinar la capacidad productiva de pastizales naturales bajo distintas densidades de plantación de *E. globulus* en función de la disponibilidad de recursos y el manejo forrajero. En particular, se buscó i) cuantificar la disponibilidad de los recursos, radiación y agua en suelo, bajo distintos niveles de cobertura / densidades de implantación en plantaciones de eucaliptos y relacionarla con la cobertura arbórea, y ii) determinar la productividad y fenología del estrato forrajero ante distintas frecuencias de cortes en interacción con las diferentes densidades arbóreas.

Materiales y Métodos

Sitio experimental

El experimento se realizó en una plantación de *E. globulus* instalado en 1993 situada dentro de la EEA Balcarce INTA (37°45'48" S 58°17'51" O) cuya temperatura y humedad relativa promedio anual es de 14,2°C y 70,6%, respectivamente (serie 1971-2015). Este ensayo fue implantado bajo un diseño sistemático "Nelder" en donde se mantuvo constante un distanciamiento de 3 m entre filas, aumentando la distancia entre plantas dentro de una misma fila en un 20% respecto al de la planta anterior, comenzando con una distancia de 1,6 m y alcanzando una distancia máxima de 4,8 m, dando lugar a nueve densidades de plantación (2083, 1894, 1580, 1315, 1095, 913, 761, 693 y 582 árboles ha⁻¹). A partir de esto, se seleccionaron dos densidades de plantación contrastantes (693 y 2083 árboles ha⁻¹) a los que denominamos de baja y alta densidad (DB y DA, respectivamente). Se distribuyeron al azar tres parcelas en cada densidad, las que se describen más adelante. En paralelo se instalaron parcelas en pastizales por fuera de la forestación (PAST).

Se midió el diámetro a la altura del pecho (1,3 m de altura) de todos los árboles que rodeaban cada parcela, así como los aledaños más cercanos (parcelas de tamaño variable) al principio y final de la estación de crecimiento.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Se planteó un diseño factorial de dos factores (densidad arbórea y frecuencia de corte) con tres niveles cada uno. En total se trabajó con 27 parcelas (9 tratamientos x 3 repeticiones). Cada parcela de 9 x 2 m se subdividió en tres sub-parcelas (3 m x 2 m) a las cuales se asignaron de manera aleatorizada las tres frecuencias de corte evaluadas (ver más abajo).

Sobre cada parcela se midió la radiación solar fotosintéticamente activa total (RFA, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) que llegó a la altura del pecho (1,3 m) en días nublados (sólo luz difusa) mediante un ceptómetro lineal (BAR-RAD 50, Cavadevices.com). La proporción de RFA que llegó en cada tratamiento bajo dosel arbóreo se calculó en relación a la que llegaba al tratamiento a cielo abierto. Estas mediciones se realizaron en primavera, verano y otoño.

La cobertura arbórea (%) aérea se estimó a partir de fotografías planas tomada con cámara digital de 13 megapíxeles marca Xiaomi Redmi 4a por debajo de las copas de los árboles (se tomaron tres imágenes por cada parcela de densidad de plantación; Figura 1). Las imágenes fueron capturadas en dos momentos dentro del período evaluado: primavera y otoño. Las imágenes se analizaron mediante el programa ImageJ 1.48v (Wayne Rasband, National Institutes of Health, EEUU) en donde se aplicó una binarización de las mismas generando un patrón de color blanco y negro estimando luego, la proporción de píxeles ocupados por parte de los árboles (fustes, ramas y hojas) en relación al total de píxeles de la fotografía.

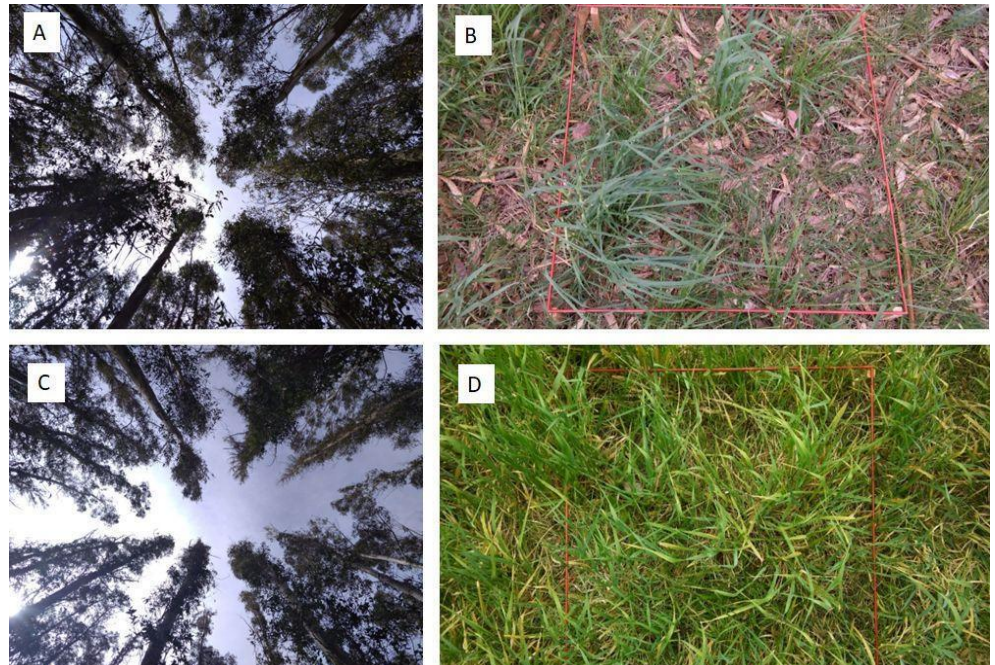


Figura 1. Foto de la cobertura forestal y herbácea de las parcelas de alta (A y B) y baja (C y D) densidad. En B y D se observa el cuadrado rojo que define un área de 1 m² situada en cada subparcela.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

El contenido volumétrico de agua (θ) y la conductividad eléctrica del suelo (CE, dS m^{-1}) se evaluaron en tres puntos de cada sub-parcela, aumentándose el número de repeticiones en caso de observar alta heterogeneidad entre las muestras. Las mediciones se realizaron de manera periódica durante la primavera, verano y otoño utilizando un equipo TDR (IMKO GmbH) en los primeros 20 cm de suelo.

En orden de simular distinta presión de pastoreo, se sometió al estrato forrajero a dos frecuencias de corte, en donde se cosechó el material aéreo por encima de los 7 cm del suelo al alcanzar una suma térmica alrededor de $350 \pm 100^\circ\text{Cd}$ (grados centígrados por día; frecuencia alta, FA) y $750 \pm 100^\circ\text{Cd}$ (frecuencia baja, FB). A esto se le suma un tercer nivel del factor en donde no se realizó ningún corte hasta finalizar el experimento (control: Sin corte, SC). Al inicio del ensayo, 29 de septiembre, se realizó un corte de “limpieza” a 20 cm desde el nivel del suelo. Los cortes de pasto correspondientes a las distintas frecuencias evaluadas se realizaron dentro de cada sub-parcela (3 x 2 m) en un cuadrado de 1 m^2 (Figura 1). En el caso del control sin corte (SC), el cuadrado se dividió en dos, cosechándose cada una de estas partes en dos momentos distintos (mitad del período experimental y final del ensayo) para evaluar la oferta forrajera posible cuando el pastizal no es sometido a pastoreo. La biomasa cosechada se separó por especies (especies forrajeras más representativas y no forrajeras) y se secó en estufa a 60°C hasta peso constante. La biomasa seca fue pesada utilizando una balanza de precisión.

Para el cálculo de la suma térmica (T, $^\circ\text{Cd}$) se empleó el umbral de 4°C como temperatura base del pastizal, siendo la ecuación: $T = (T^\circ \text{ media diaria} - T^\circ \text{ base})$, por ser la que se utiliza de manera normal para el manejo de los pastizales pampeanos (Agnusdei y Mazzanti, 2001). Para las temperaturas medias diarias se utilizaron los registros de temperatura del aire a 1,50 m de altura provenientes de la Estación de Agrometeorología de la EEA Balcarce del INTA, ubicada aproximadamente 200 m del ensayo. Además, se contó con datos registrados por sensores de humedad y temperatura del aire HOBO® (ONSET Computer Corporation) ubicados dentro de la forestación a 1,5 y 0,5 m del suelo.

Se determinaron diferencias significativas entre tratamientos de densidad forestal de las variables cobertura forestal y RFA en cada fecha mediante ANOVA utilizando un $\alpha=0,05$. En el caso de θ y CE se realizaron ANOVAs de dos vías (densidad forestal y frecuencia de corte) por cada fecha. Finalmente, se analizaron diferencias significativas entre la biomasa forrajera acumulada al final del ensayo mediante ANOVA de dos vías. En el caso de la biomasa acumulada, se analizaron diferencias significativas en cada fecha utilizando



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

ANOVA de una vía en las fechas en donde sólo se cortó AF y de dos vías cuando coincidieron los cortes de AF y BF.

Resultados y discusión

La temperatura promedio mensual no mostró diferencias con respecto a la media histórica, aunque el período primavera-verano mostró valores un tanto menores de la humedad relativa del aire (1971-2015; Figura 2). De manera similar, la precipitación mensual mostró un patrón similar al histórico (Figura 2).

El contenido de agua en el suelo mostró, en general, mayores valores en PAST que DB y DA (Figura 3). En el caso del PAST, los menores valores del contenido de agua se observaron en verano, mientras que debajo de la plantación se observó una disminución en verano y luego una ausencia de la recarga de agua, a pesar de que las precipitaciones registradas no mostraron grandes diferencias con los valores históricos (Figuras 2B y 3B).

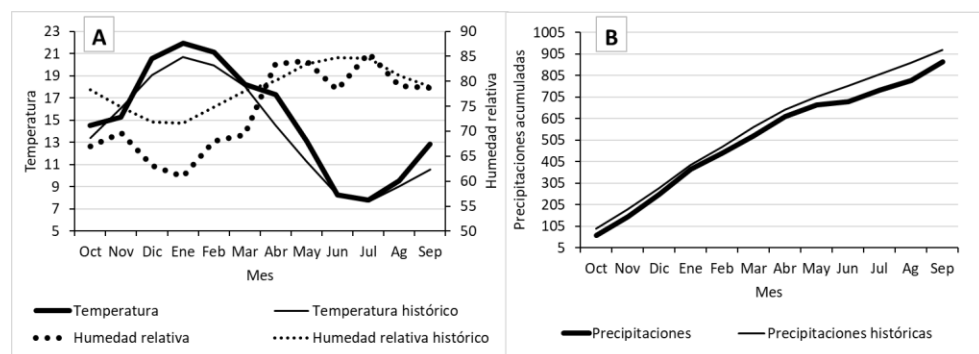


Figura 2. Evolución de la temperatura promedio (°C) y humedad relativa (%) promedio mensual del aire (A) y sumatoria de las precipitaciones mensuales (mm; B) y de los valores históricos (serie 1970-2015) registrados en la estación meteorológica de la EEA Balcarce.

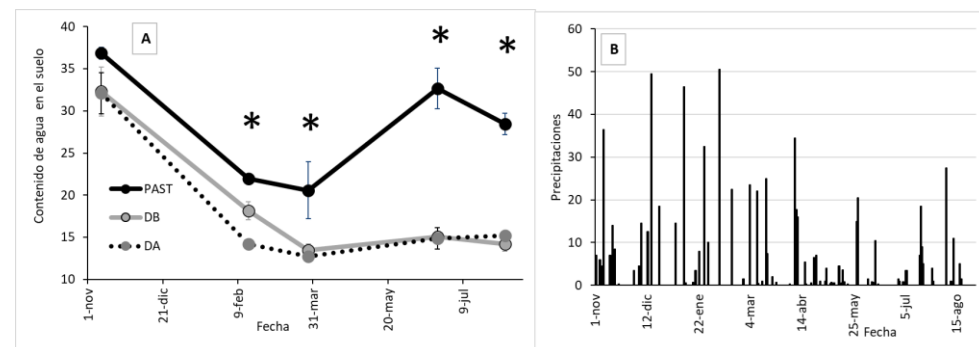


Figura 3. Evolución del contenido de agua en el suelo (%; promedio \pm desvío estándar; A) en los tratamientos de pastizal (PAST) y dos densidades de plantación de *Eucalyptus globulus* (DB y DA para baja y alta densidad de plantación) y precipitaciones (mm día⁻¹; B) medidas durante el período de medición. Los asteriscos indican diferencias significativas entre PAST y las dos densidades de plantación.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

La conductividad eléctrica del suelo (CE) fue similar entre tratamientos y mostró los máximos valores en febrero y marzo (promedio entre $3,09 \pm 0,04$ y $2,92 \pm 0,08$ dS m^{-1} , respectivamente) y menores valores durante el resto del año (alrededor de $2,6$ dS m^{-1}). El patrón de cambios en la CE coincide con los momentos de menor contenido de agua. En este sentido, la concentración de sales dado la deshidratación del suelo es otro factor que, de manera sinérgica con la sequía, afecta negativamente la producción vegetal. La única fecha en donde se observó diferencias significativas fue en invierno (junio) en donde $DB (2,90 \pm 0,22) \geq DA (2,72 \pm 0,11) \geq PAST (2,27 \pm 0,41$ dS m^{-1}). En este período, como mencionamos, hubo una recarga de agua en el suelo del PAST que produjo una dilución de las sales y/o lixiviación hacia perfiles más profundos. Si bien se observaron diferencias en la CE del suelo de forestaciones vs. coberturas herbáceas en la región, el mismo estuvo relacionado fuertemente con el contenido de arcilla y la edad de la plantación (mayor CE a mayor contenido de arcilla y edad de las forestaciones; Milione *et. al.*, 2020). De esta manera, es posible que la mayor CE determinada bajo los árboles, y la falta de diferencias significativas entre los mismos, se explique por la edad de las forestaciones. En este sentido, sería importante medir estos procesos en sistemas con una menor cobertura forestal para determinar el impacto sobre la interceptación de las lluvias como del incremento de la CE.

Los menores diámetros a la altura del pecho se midieron en los árboles de las parcelas DA y los mayores en DB, mostrando estos promedios extremos diferencias significativas (Figura 4). En promedio, DB fue mayor que el DAP de DA (25 ± 4 vs. 18 ± 2 cm, respectivamente).

La cobertura forestal fue mayor en DA que DB para las mediciones realizadas en las dos fechas. Así, en noviembre fue de $64,7 \pm 4,2$ y $52,2 \pm 2,8\%$ para DA y DB respectivamente, y de $69,1 \pm 2,8$ y $55,4 \pm 4,9\%$ para DA y DB respectivamente, en mayo. Los valores máximos de cobertura superan a los alcanzados por forestaciones de *E. viminalis*, los que alcanzan valores de 60% en forestaciones con altos valores de áreas basal (Gyenge *et. al.*, 2019). Sin embargo, montes bajos de *E. globulus* en la región mostraron altos valores de cobertura similares a los observados (alrededor de un 70%) aún con valores bajos de área basal ($< 20 m^2 ha^{-1}$; Milione *et. al.*, 2020). Al relacionar la cobertura con el DAP promedio para cada parcela de densidad (3 parcelas para DA y otras 3 para DB) se observó una relación exponencial negativa en ambos momentos de medición de radiación solar (Figura 4). Los valores de cobertura de copa medidos generaron una alta interceptación de la radiación solar, llegando al estrato herbáceo un promedio de $9,6 \pm 3,4$ y $20 \pm 5,9\%$ de la RFA que llega a la situación PAST para DA y DB, respectivamente (promedio



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

de todas las mediciones realizadas). Estos resultados indican que las plantaciones de *E. globulus* pueden alcanzar altos valores de cobertura, mayores que plantaciones con otras especies de eucaliptos. Además de la radiación solar, también se debe tener en cuenta el efecto de interceptación de lluvias que determinó un menor valor de contenido de agua en el suelo (Figura 2). Así, en caso de buscar desarrollar sistemas silvopastoriles, es importante generar normas de manejo de la cobertura para evitar un exceso de interceptación de la radiación de manera tal de alcanzar ciertos objetivos productivos, tales como morigerar altas temperaturas en los animales y/o favorecer el crecimiento de ciertas especies a pesar de tener una disminución en la productividad forrajera con respecto al pastizal.

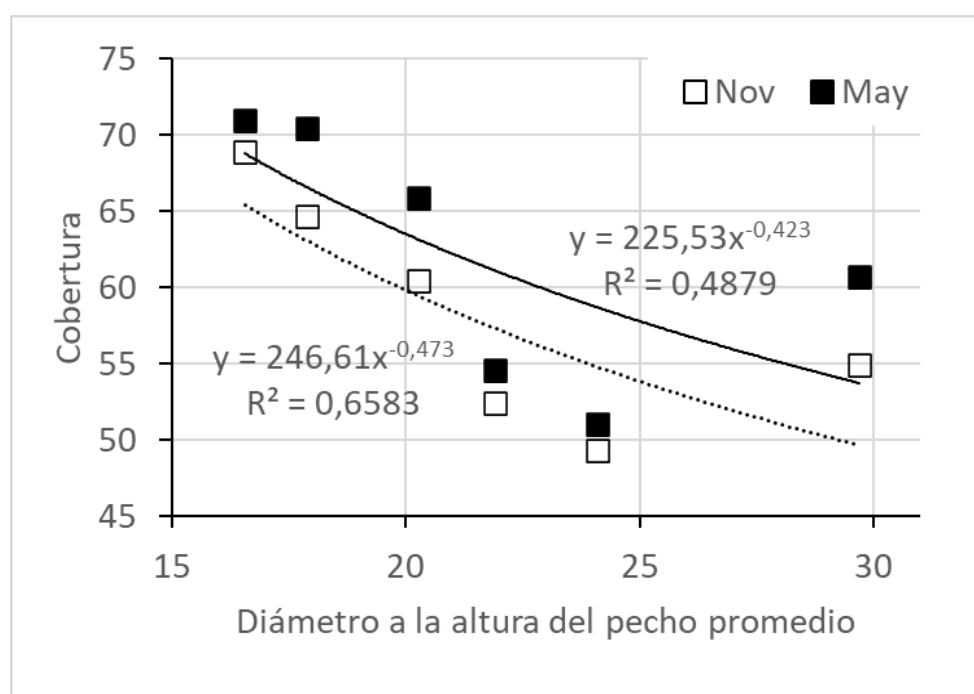


Figura 4. Relación entre la cobertura aérea (%) y el promedio del diámetro a la altura del pecho (DAP, cm) de los *Eucalyptus globulus* plantados en las parcelas de distinta densidad.

Respecto a la productividad forrajera, en total se realizaron 10 cortes con tijera de mano para los tratamientos con alta frecuencia (AF) y 5 cortes para los de baja frecuencia (BF). El ANOVA para la biomasa total acumulada indicó diferencias significativas entre tratamientos de densidad forestal y de frecuencias de corte ($P < 0,001$), sin mostrar interacción entre ambos. De esta manera, el pastizal (PAST) alcanzó en promedio 305,5 gr de materia seca (MS) m^{-2} , mientras que la biomasa forrajera alcanzada debajo de la plantación fue de 160,7 y 115,2 gr MS m^{-2} en la forestación de baja y alta densidad, respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre ellas (Tabla 1).



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

En relación con la frecuencia de corte, el ANOVA indicó diferencias significativas entre sí mostrando una mayor acumulación de biomasa en la baja frecuencia (BF, 288,5 gr MS m⁻²), seguido de una alta frecuencia de corte (160,7 gr MS m⁻²) mostrando los menores valores cuando no se realizó ningún corte (94,1 gr MS m⁻²). De esta manera y en concordancia por lo documentado por Caballé (2013), tanto el nivel de radiación como la frecuencia de corte afectaron negativamente la producción forrajera. La productividad forrajera del PAST es la esperada para la región de acuerdo a la precipitación media (alrededor de los 900 mm anuales), mientras que en la situación bajo árboles se correspondió con regiones de precipitaciones media de alrededor de los 650 y 570 mm año⁻¹ para DB y DA, respectivamente (Blanco *et al.*, 2019). En este sentido, es posible que además de la sombra, la interceptación de la precipitación observada (Figura 2) sea una de las principales razones que explique la depresión en la producción.

Tabla 1. Biomasa forrajera final acumulada durante un año (gr MS m⁻²) en sistemas ralos de *Eucalyptus globulus*. Tratamientos: PAST (pastizal), DB y DA (baja y alta densidad de árboles, respectivamente); Corte= SC (sin corte), AF y BF (alta y baja frecuencia, respectivamente).

Tratamientos	PAST	DB	DA	Promedios
AF	320,8±53,3	147,7±11,6	127,6±20,4	198,7
BF	436,9±53,1	258,2±15,9	170,5±99,6	288,5
SC	158,7±33,1	76,1±17,8	47,5±17,1	94,1
Promedios	305,5	160,6	115,2	

La fenología de la producción no mostró cambios según la frecuencia de corte, que como se mostró en la Tabla 1, afectó negativamente a la producción forrajera. Así, tanto en PAST como en las situaciones bajo copa (BD y BA) el pico de producción se verificó en otoño (Figura 5). Este pico puede ser explicado, al menos en PAST, por el incremento en el contenido de agua en el suelo en respuesta a las lluvias ocurridas durante abril (Figura 2). En la mayoría de las fechas de corte la productividad de PAST fue mayor a la del estrato forrajero en el sistema silvopastoril no observándose diferencias significativas entre ellos (P<0,05). Otro aspecto interesante para destacar es el mantenimiento de la tasa de producción durante el período diciembre-abril (Figura 5). En promedio, teniendo en cuenta todos los valores, la productividad de PAST fue de 11,1±7,5 y del silvopastoril 5,3±3,9 gr MS m⁻²día⁻¹ a pesar de los bajos niveles de radiación solar. En este sentido, si bien se promueve el manejo del estrato arbóreo para favorecer la productividad forestal, la productividad forrajera y su capacidad de tolerar altas frecuencias de corte aún bajo un esquema de bajo nivel de intervenciones silvícolas favorecería el manejo del sistema silvopastoril. Finalmente, como la respuesta del pastizal a la sinergia de fuentes de estrés sombra y efecto del



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

corte podría ser dependiente de la estructura del pastizal, se torna importante analizar los cambios en la diversidad del estrato forrajero para analizar los aportes de las distintas especies que lo compone.

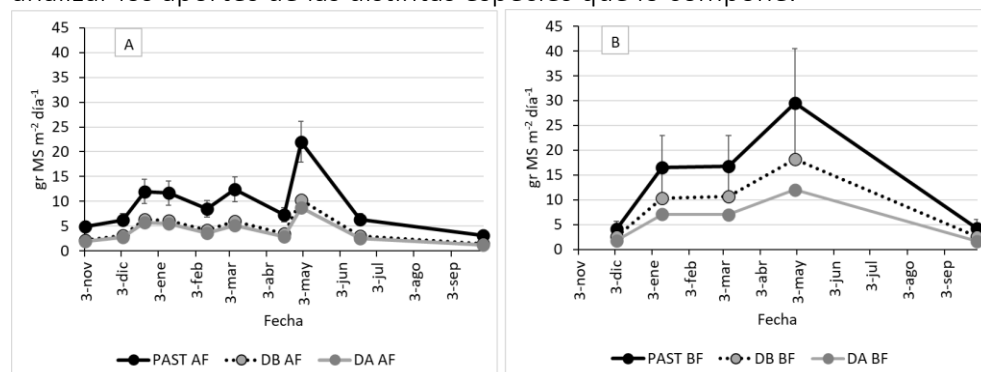


Figura 5. Evolución de la producción de materia seca forrajera (promedio \pm desvío estándar) en los distintos tratamientos de pastizal (PAST) y dos densidades de plantación de *Eucalyptus globulus* (DB y DA para baja y alta densidad) según dos frecuencias de corte: alta frecuencia (AF, A) y baja frecuencia (BF; B) durante el período de medición.

Conclusiones

La producción forrajera bajo coberturas forestales de *E. globulus* mayores a un 50% fue menor que a cielo abierto (reducción de un 50%) lo que pone en evidencia la necesidad de desarrollar pautas de manejo silvícola que permita un mayor ingreso de radiación solar al estrato herbáceo. Sin embargo, es importante destacar la productividad forrajera bajo condiciones de bajo nivel de radiación sometida además, a altas frecuencias de corte, indicando una alta capacidad de persistencia del pastizal. Por otro lado, también se observó que frecuencias de corte mayores a los 350°C día genera una disminución de la producción del orden del 30% independientemente de la cobertura forestal. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que es posible generar sistemas mixtos de producción silvopastoril con *Eucalyptus globulus* en donde naturalmente se presentan especies forrajeras capaces de tolerar altos niveles de sombreado y de frecuencia de cortes, facilitando así el manejo silvícola en un contexto productivo de escasa cultura forestal.

Agradecimientos

El financiamiento se obtuvo a partir de los proyectos ANPCyT PICT 2017 1649 "Capacidad de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de sistemas forestales de Argentina: efectos del clima, suelo y manejo silvícola" e INTA PE 015 "Sistemas Silvopastoriles integrados hacia un manejo sustentable en plantaciones forestales".



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Bibliografía

- Blanco, L., Durante, M., Ferrante, D., Quiroga, R.E., Demaría, M., Di Bella C.M., 2019. Red Nacional de monitoreo de pastizales naturales de Argentina: productividad forrajera de la vegetación extrapampeana. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 45, 89-108.
- Caballé, G., 2013. Efecto interactivo de la defoliación del estrato herbáceo y la cobertura del estrato arbóreo sobre el crecimiento del estrato herbáceo en sistemas silvopastoriles. Tesis Doctoral, EPG FA-UBA, CABA, Argentina, pp. 159.
- Canozzi, M.E.A., Clariget, A.J., Roig, G., Pérez, E., Aznárez, V., Bancho, G., La Manna, A., 2022. Shade effect on behaviour, physiology, performance, and carcass weight of heat-stressed feedlot steers in humid subtropical area. *Animal Production Science* 62, A-N.
- Casal, A., Jankovic, V., 2015. Efecto del sombreado en producción y estacionalidad de un pastizal en Cuenca del Salado. *Actas 3º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*. Iguazú, Argentina, pp 39-42.
- Clavijo, M.P., Nordenstahl M., Gundel P.E., Jobbágy E.G., 2005. Poplar Afforestation Effects on Grassland Structure and Composition in the Flooding Pampas. *Rangeland Ecology & Management* 58, 474-479.
- Galarco, S.P., Ramilo, D.I., 2019. Plantaciones forestales en Argentina. Fundamentos técnicos y metodologías para la realización de forestaciones en diferentes regiones. Editorial de la UNLP, La Plata, pp 377.
- Gyenge, J., Lupi, A., Ferrere, P., Milione, G., Martinez-Meier, A., Caballé, G., Daguer, D.D., Fernández, M.E., 2019. Stand density management diagrams of *Eucalyptus viminalis*: predicting stem volume, biomass and canopy cover for different production purposes. *CERNE* 25, 463-472.
- MAA-BA, 2011. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires. Inventario de macizos forestales de *Eucalyptus globulus* Labill. En el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Ministerio de Desarrollo Agrario de la Prov. de BsAs, La Plata, pp. 30.
- Moreno, K.G., Eleana M.S., Monteoliva, S.E., 2018. Variabilidad en la anatomía y densidad de la madera de *Eucalyptus globulus*: análisis preliminar del efecto de la procedencia, suelo y edad. *Revista de la Facultad de Agronomía* 117, 163-170.
- Milione, G.M., Mujica, C.R., Daguer, D.D., Bea, S.A., Fernández, M.E., Gyenge, J.E., 2020. Influence of soil texture, climate and vegetation cover on secondary soil salinization in pampas plains, South America. *CERNE* 26, 212-221.