



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-278

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evaluación integral de la incorporación de montes de servicio en sistemas ganaderos familiares

BUSSONI GUITART A.^{1a}, MUNKA MORENO C.^{1b}, BOSCANO GOIRES M.^{1a}, RACHETTI M.², FERNANDEZ RONDONI E.³, ALVAREZ GIAMBRUNO J.^{1a}, CABRERA G.²

¹ Universidad de la República del Uruguay (UDELAR) Facultad de Agronomía: ^a Departamento de Ciencias Sociales, ^b Departamento de Sistemas Ambientales, ² Comisión Nacional de Fomento Rural, ³ Centro Universitario de Tacuarembó, UDELAR.

mail de contacto: abussoni@fagro.edu.uy

Resumen

La incorporación de montes forestales con el objetivo de brindar servicios a la ganadería familiar, tiene como objetivo favorecer la adaptación del sector ganadero a los eventos climáticos extremos, generando también otros beneficios en el sistema ganadero. El objetivo del trabajo fue evaluar, en establecimientos ganaderos familiares del Uruguay, los cambios producidos por la incorporación de montes en aspectos productivos-económicos, ambientales y sociales. Se trabajó con la metodología Investigación Acción Participativa e interdisciplinaria en un grupo original de 15 productores ganaderos, se condujo un proceso de selección y se instalaron parcelas de monitoreo ambiental y productivo, en 3 establecimientos. La renta ganadera se incrementa en promedio entre 15%-28%; a partir de 650 árb/ha se cubren costos de producción, con beneficios productivos y ambientales para la ganadería, a partir de los resultados se propone un índice de aprovechamiento forrajero. Todos los productores mencionan el confort animal como el primer motivo para incorporar forestación. Asimismo se constató una mejora en el ambiente térmico bajo dosel: regulación de valores extremos de temperatura con menor efecto en montes de baja densidad. Los montes de servicio son una alternativa viable que mejora la producción ganadera y actúa como una opción de complementación productiva y económica.

Palabras clave

Producción familiar, cambio climático, temperatura, ingreso, pulpa.

1. Introducción

Una práctica ampliamente utilizada en Uruguay en predios de características familiares es la implantación de montes de abrigo y sombra. Si bien el objetivo de los mismos es brindar un servicio a otras actividades productivas, los productores podrían tener el doble objetivo de cosechar la madera producida en algún momento y de esa manera diversificar sus ingresos. A pesar de ello la percepción de los productores es que estos montes cumplen un único objetivo de sombra sin una planificación de uso integrada en sus predios (Bussoni et al., 2015). La evaluación de los servicios brindados por estos sistemas está ampliamente estudiado en regiones tropicales y subtropicales de Latinoamérica (Montagnini et al., 2015), en condiciones productivas y sociales muy diversas, siendo menor la información disponible para condiciones de clima templado, en especial en Uruguay trabajos sobre stress térmico en ganado lechero (Saravia et al., 2011), y muy escasa información sobre la ganadería de carne en donde no existen mediciones de ambiente bajo dosel, a pesar de ser ésta la producción agropecuaria más extendida en nuestro territorio. En los últimos 8 años, planes de fomento estatales (MGAP, 2016), han desarrollado mecanismos para incorporar la actividad forestal en predios agropecuarios familiares, cuyo principal objetivo es brindar servicios a la ganadería, así como diversificar y complementar la producción predial. Aproximadamente 800 productores se vincularon a estos planes, conformando una base para el análisis y validación de los resultados de la integración de ambas producciones.

La integración de árboles, pasturas y animales constituye un sistema en donde hay interacciones productivas-económicas y ambientales entre los componentes y que inciden

en el productor y su familia. Para que sea un sistema Silvopastoril debe existir al menos una especie leñosa y al menos una especie forrajera anual o perenne y debe haber una interacción significativa entre ambas (Somarriba, 1992). Los procesos de integración pueden operar produciendo un incremento neto o un detrimento en la productividad individual de cada componente. Los beneficios o costos de esta integración incluyen aspectos económicos-productivos, sociales y ambientales, como los servicios ecosistémicos (Sharrow, 1999), constatándose un aumento de los indicadores financieros en trabajos en la región (Sotomayor, 2015).

La implementación de sistemas agro-silvo-pastoriles es una práctica frecuente para mejorar el bienestar animal, la diversificación productiva y a su vez contribuir a la adaptación y mitigación al cambio climático (CNFR, 2012; MGAyP and CNFR, 2011). Sin embargo, la información nacional existente en este tipo de sistemas es escasa, tanto en diseños, especies utilizadas, arreglos espacio-temporales y estrategias de manejo del sistema (CNFR, 2012_b), así como en los cambios productivos y económicos como consecuencia de los montes en los predios, con algunos estudios centrados en los principales beneficios y desventajas en productores con forestación o que potencialmente podrían incorporar montes (Bussoni *et al.*, 2015). De un análisis de los trabajos publicados en la región, la gran mayoría son estudios de corto plazo, menores a un año, con insuficiente información sobre los actores sociales involucrados en la producción (Soler *et al.*, 2015). Dentro del sistema el componente forestal cobra importancia dada sus características en cuanto a la especie seleccionada, la densidad de plantación, el espaciamiento y la distribución de los árboles en la plantación y edad del cultivo. Estos no sólo la determinan la producción de madera del sistema, sino que también la producción de forraje bajo dosel (Ares *et al.*, 2003; Bosi, 2014).

El potencial de crecimiento del forraje bajo monte dependerá entre otros factores de la intensidad de luz hacia el estrato herbáceo por efecto de los árboles donde la especie, arquitectura de la copa, marco de plantación y edad del cultivo son factores determinantes. A su vez, pueden haber modificaciones de la composición botánica bajo dosel, sin embargo esto dependerá de la tolerancia de las especies al sombreado (Bernardino and Garcia, 2009). En términos generales a medida que se aumenta el sombreado disminuye la producción de forraje y la calidad en términos de proteína Cruda (PC) y fibra cruda de los pastos puede también estar determinada por efectos de sombreado. Algunos autores han señalado que los contenidos de PC pueden incrementarse a mayor sombreado en relación a pastos creciendo a pleno sol, en contraposición a los contenidos de fibra que tenderían a disminuir (Obispo, *et al.* 2013). Sin embargo estos resultados están determinados por las características de los sitios donde se desarrollan, del grado de sombreado y de las especies herbáceas que componen la pastura.

Muchas son las ventajas que se han reportado del efecto de los árboles sobre el ganado tales como la protección por sombra y viento lo que contribuye al confort térmico del ganado. Sin embargo estos pueden afectar la producción de pasto al seleccionar áreas de pastoreo y contribuir a la compactación del suelo bajo dosel dada la mayor concentración de animales en las zonas de sombra (Nilsen *et al.*, 2009; Paciullo *et al.*, 2010). Por lo que pueden existir diferentes grados de consumo, de desgaste por pisoteo y otros daños físicos y de deposición de orina y heces en distintas áreas del sistema (Rusch and Skarpe, 2009).

El resultado económico de la forestación comercial está determinado en un 68% por la cantidad de madera producida por superficie y en un 27% por el precio de comercialización (Cubbage *et al.*, 2014), si bien el resultado final depende de otros factores como la correcta plantación, factores climáticos, entre otros.

2. Objetivo

Este estudio tuvo como objetivo identificar y cuantificar los aportes de montes forestales a sistemas ganaderos familiares en el Sur-Este del Uruguay, incorporando la percepción de los productores sobre las modificaciones que operan en el sistema desde los aspectos productivos-económicos, ambientales y sociales.

3. Metodología

La metodología utilizada en el trabajo fue una adaptación al enfoque de investigación-acción participativa. Los productores fueron parte del proceso de decisión en la investigación estando involucrados en la generación de datos primarios, fueron entrenados para entender los aspectos salientes de cómo se obtienen los resultados por parte de los técnicos y de esta manera poder compartir los resultados con sus pares.

Se trabajó con productores asociados a entidades de base de la Comisión Nacional de Fomento Rural (CNFR), en predios agrícola-ganaderos de las zonas Este y Centro-Sur del país; Sociedad Agropecuaria de Velázquez (Rocha), Sociedad Rural Cándido N. Cal (Lavalleja), finalmente con la Cooperativa Unión Rural de Flores (Flores). A priori se contó con información de nueve productores familiares que habían incorporado montes de abrigo y sombra en sus predios, de los cuales la mayoría fueron realizados a través de programas de fomento del sector público a través de los programas de incentivos de Desarrollo Rural del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. De los mismos se obtuvo información detallada de sus sistemas de producción y composición familiar, la cual fue complementada con información de los proyectos técnicos presentados según planes de fomento.

Los criterios técnicos de pre-selección para realizar las actividades de campo fueron: que la edad de los montes estén entre 5 a 8 años de edad, que el objetivo de plantación sea el de brindar servicio a la ganadería, que los potreros con forestación tengan buena accesibilidad, que el productor esté dispuesto a participar y ser parte del proceso de investigación. La definición de los sistemas a evaluar fue de forma conjunta con productores y técnicos, realizando tres talleres por zona (Velázquez/Rocha, Mariscal/Lavalleja y Trinidad/Flores).

Los resultados de este trabajo se realizaron en base a doce productores familiares que fueron entrevistados y componen la muestra del Componente Social. De esta muestra se seleccionaron tres casos para realizar los trabajos de campo.

i) Metodología de evaluación de aspectos productivos y económicos

Se instalaron parcelas permanentes tanto dentro como fuera del monte, que permitieron evaluar cambios ambientales y productivos a partir de la instalación de los montes y registro de variables. Las parcelas (Figura 1 y Figura 2) registran temperatura del aire, temperatura en esferas de Vernon (globos negros) y precipitación, producción de forraje a partir de la instalación de jaulas móviles y medición de madera en pie, la cual se midió en tres oportunidades.

Las parcelas forestales rectangulares fueron de una superficie aproximada de 300 metros cuadrados en donde se relevó en todos los árboles de la parcela, Diámetro a la altura del pecho (*DAP*), Altura total (*Ht*), Altura de copa (*Hc*), Diámetro de copa (*Dc*), distancias entre filas y entre árboles (m) A partir de estos datos (Ecuación 1) se estimó el volumen de madera (*V*) por unidad de superficie (m^3/ha), utilizando un factor de forma (*ff*) de 0,45, estimando un aprovechamiento del 80% como volumen comercial.

$$V = DAP * Ht * ff$$

Ecuación 1

Para proyectar las posibles edades de corta se utiliza el Simulador SAG (Methol et al., 2015) que permite proyectar el crecimiento a partir de variables dasométricas de la plantación.

Para evaluar el potencial de aprovechamiento bajo dosel por parte del ganado proponemos el Índice de Aprovechamiento Pastoril (IAP) que se calcula a partir del Área Media que ocupa cada árbol (Superficie forestada/N° árboles) y el área libre que es la superficie disponible entre las filas de plantación (Ecuación 2),

$$\text{Área libre} = 1 - \frac{\left\lceil \frac{100}{d} \right\rceil}{100} \quad \text{Ecuación 2}$$

Siendo d , la distancia entre filas; el Índice de Aprovechamiento Pastoril (IAP) es el producto del Área media por árbol y el área libre (Ecuación 3).

$$\text{IAP} = \text{Area Media árbol} * \text{Area libre} \quad \text{Ecuación 3}$$

EL IAP es aplicable a montes con alta densidad en la fila que no tenga como destino principal la madera de calidad. Se debe a su vez hacer un correctivo por especie y por edad.

Los casos evaluados involucran diferentes especies forestales, edades y diseños de cortina de sombra y abrigo. Se establecieron en cada predio dos parcelas de medición y se realizaron tres mediciones en los meses de octubre del 2015, marzo y octubre 2016. Cabe aclarar que la intensidad de muestreo es muy bajo y el Coeficiente de Variación fue en promedio del 29% por lo que los resultados forestales solo pretenden ser orientativos de las condiciones descriptas en los casos de estudio.

La producción de forraje bajo dosel y fuera de la forestación se realizó a partir de jaulas de exclusión móviles utilizadas para cuantificar la cantidad de forraje. Consisten en pirámides de hierro (Figura 1, a) de un metro cuadrado de superficie, cubiertas con alambre malla para evitar el ingreso de animales al área. La superficie de corte por jaula fue de 0,4 m² mediante rectángulos de 20 cm x 50 cm. En cada predio se instalaron dos jaulas, una bajo efecto del monte y otra fuera de éste, en donde se realizaron 6 a 8 cortes, se evaluó Materia Seca (kg MS/ha), Proteína Cruda (PC) y Fibra Detergente Ácida (FDA).

Además de la información recolectada a campo, se relevaron las prácticas empleadas en la implantación y conducción del cultivo forestal, grado de aprovechamiento, pastoreo, categorías utilizadas y carga animal.





Figura 1. Instalación parcelas de monitoreo ambiental y medición productiva

Otro de los componentes de evaluación fue el resultado económico en los casos de estudio. Para esto se analizaron los ejercicios 2014-2015 y 2015-2016, tomando como línea base la situación sin montes de servicio a partir del Margen Bruto Ganadero. Los costos ganaderos considerados fueron: mano de obra, alimentación del ganado, sanidad, costos de reproducción y costos de esquila, entre otros. En un primer momento se obtienen los resultados a partir de los registros ganaderos de los productores, los que se transforman en valores económicos, a partir de datos aportados por el Sistema de Monitoreo del Instituto Plan Agropecuario (Carlos Molina, *com. pers.*). En un segundo paso se calcula el Margen Bruto Forestal, los costos directos forestales considerados fueron: costos de laboreo del terreno, plantines, costos de instalación y mantenimiento del cultivo y mano de obra directa en la plantación. El Margen Bruto Forestal (MBF) se obtiene transformando la sumatoria de los Flujos netos anuales de un ciclo de plantación en los sucesivos momentos t (Fne) en montos anuales equivalentes. El Fne incluye entonces ingresos y costos directos de la actividad en los sucesivos períodos de un ciclo de Plantación (n), transformados a una base anual considerando una tasa de interés (i) del 3% anual.

$$MBF = \left\{ \frac{\sum_{t=0}^n Fne_t * (1+i)^{n-t}}{[(1+i)^n - 1]} \right\} * i \quad \text{Ecuación 4}$$

El ciclo de plantación evaluado es Tallar y Fustal con posterior manejo de rebrote. Se calcula el aporte económico del monte mediante la ponderación del MBF en el potrero y se compara este resultado con la situación sin montes. Los resultados de MB ganadero obtenidos se comparan con el Margen bruto del Sistema de Monitoreo del IPA, finalmente se evalúa la contribución de la forestación al MB ganadero en el potrero.

Los costos de plantación considerados varían en cada caso con las labores efectuadas y la densidad de plantación, entre otros. En la Tabla 1 se presentan los costos promedio considerando un valor de dólar americano a Noviembre 2016 de 30 \$/US\$.

Tabla 1.- Costos de plantación para un monte denso de 1.400 pl/ha

Actividad	Unidad	Año	US\$/unidad	US\$/ha
Laboreo	ha	0	117	117
Herbicidas	ha	0, 1	59	59
Hormiguicidas	ha	0, 1	17	17
Fertilizantes	ha	0	50	50
Fumigadora	ha	0, 1	12	12
Plantines	pl	0,1	0.13	182

Mano Obra Plantación	ha	0	458	458
Alambrado	m	0	0.31	160
Mano de Obra Alambrado	ha	0	154	154
			Total	1.209

Se consideraron dos precios posibles de comercialización en pie, uno medio y medio alto de 14 US\$/m³ y 20 US\$/m³, respectivamente. Se simuló un posible rebrote con un rendimiento del 80%, con respecto al primer corte y un costo de manejo de rebrote de 300 US\$/ha que incluye combate de hormigas, malezas y desbrozado. Se considera la edad de corte como aquella en donde la simulación alcanza el máximo crecimiento medio (IMA), la cual se alcanza a los 9 años para el caso A y C y a los 12 años para el caso B.

ii) Metodología ambiental

La evaluación de las variables ambientales se llevó a cabo durante el período octubre 2015-octubre 2016, en las parcelas permanentes instaladas tanto dentro y fuera del monte en los tres predios seleccionados: Flores (33°17'S; 57°8' W, Grutas del Palacio), Lavalajeja (34°3'S; 54°55' W, Mariscal) y Rocha (34°7'S; 54°14' W, Velázquez). En todos los casos la orientación de las filas de árboles es NE-SOE.

En cada sitio experimental, la temperatura del aire fue medida bajo el monte, en el punto medio entre árboles y entre filas de la parcela de observación; y otro afuera del monte, libre de obstáculos y en zona representativa de un área a intemperie libre de árboles. Tanto dentro como fuera de monte, se midió la temperatura cada 15' mediante registradores automáticos HOBO (Pendant-Temp UA-002-64) instalados en abrigo meteorológico (a 1,5 m de altura) y analizada mediante estadísticos descriptivos básicos.

Características de los predios evaluados

Los casos en donde se instalaron parcelas poseen montes tipo cortinas o islas, plantadas entre los años 2009 a 2010 (Tabla 2), En todos los casos los productores tienen como principal objetivo la sombra y el abrigo para el rodeo vacuno y ovino. El diseño de las cortinas fue realizado con los técnicos a cargo de los Proyectos y en el caso A en Flores, definido en la etapa final con una empresa forestadora.

Tabla 2.- Características de los predios evaluados

Caso	Departamento	Año de plantación	Especies	Tipo de Monte	Marco de plantación (m)	Densidad inicial (pl/ha)	Densidad final (pl/ha)
A	Flores	2009	<i>Eucalyptus dunnii</i>	Cortina Compacta alta densidad	3,5 x 2	1.400	1.189
B	Lavalajeja	2009	<i>Eucalyptus globulus ssp. maidenii</i>	Cortina densidad media	3 x 3	1.111	979
C	Rocha	2010	<i>Eucalyptus sp.</i>	Isla densidad media-baja	4 x 4	650	626

Caso A, Cortina compacta de alta densidad en Flores

Caso C, Isla con baja densidad arbórea en Rocha



Caso B Cortina rompe viento en Mariscal-Lavalleja

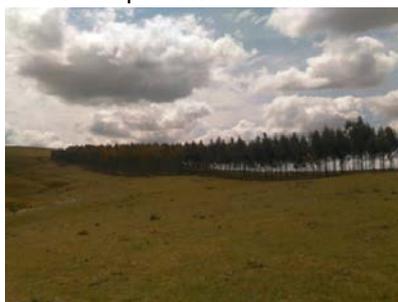


Figura 2. Tipos de Montes estudiados

Como se presenta en la Tabla 3, el Caso A presenta la mayor proporción de potreros forestados; el promedio forestado por potrero es del 12,8% y 7,9% para los otros casos.

Tabla 3.- Formas de plantación, mano de obra y proporción forestada

Caso	Labores de Plantación	Mano de obra	Superficie predio (ha)	Superficie forestada (ha)	N° potreros forestados /Total Potreros	Proporción forestada establecimiento (%)	Promedio forestado potrero (%)
A	Subsolador, Excéntrica y alomado, plantines	Cuadrilla	231	13,32	11/16	6	12,8
B	Excéntrica, alomado, plantines	Mano de Obra (MO) propia y familiar	123	4	3/8	3	4
C	Subsolado, alomado, plantines	MO propia y familiar	230	4,75	6/21	2	7,9

4. Resultados

a) Resultados Ambientales

La región -centro y sureste del país donde están ubicados los predios estudiados, se caracteriza por temperaturas máximas medias del orden de 28 y 30 °C en el mes de enero, temperaturas mínimas medias en el mes de julio de 6 y 7 °C y promedio de precipitación anual del orden de 1200 mm, con una distribución regular a lo largo del año climático (Castaño et al., 2011).

Con respecto al monitoreo del ambiente para el período octubre 2015-setiembre 2016, presentó en promedio valores de temperatura máxima del aire superiores y de temperatura mínima del aire inferiores fuera de monte respecto al ambiente bajo árboles y para los tres casos de cortinas forestales monitoreadas. En todo el periodo evaluado, la

12 cortina de árboles de mayor densidad (1189 arb/ha, en Flores) da cuenta de una
13 temperatura máxima en promedio del orden de 3° C superiores fuera de monte, y para el
14 caso de la temperatura mínima del orden de medio grado superior bajo árboles, en
15 promedio. En todo el período de estudio, en promedio, se alcanzaron diferencias en
16 temperatura máxima de hasta 6°C superior fuera de monte vs debajo de árboles y hasta
17 3°C menos en la temperatura mínima del aire registrada fuera de monte vs bajo dosel.

18 En la Tabla 4 se pueden observar los valores promedios por mes de la temperatura
19 máxima y mínima del aire, en el período evaluado y en las tres localidades estudiadas. En
20 cuanto a la temperatura máxima del aire por mes, en el predio de Flores, se obtuvieron –
21 fuera de monte- valores prácticamente superiores a 30°C en el período noviembre a marzo
22 de 2016, siendo el mes de enero el de mayor valor, con 36,2°C de temperatura máxima.
23 Dentro del monte, esta situación se observa en los meses comprendidos de diciembre de
24 2015 a febrero de 2016 y con magnitudes inferiores a las obtenidas fuera de monte. Se
25 constata también que el mes de enero es el de mayor valor del período con 32,7°C de
26 temperatura máxima del aire bajo dosel. En los predios de Lavalleja (979 pl/ha) y Rocha
27 (626 pl/ha), los valores mensuales de temperatura máxima del aire fueron superiores a
28 30°C en el período de diciembre 2015 a febrero de 2016, en ambos casos el mes con
29 mayor valor correspondió a febrero. En el predio de Lavalleja los niveles fueron de 34,2°C y
30 31,4°C fuera y dentro de monte respectivamente y en el predio de Rocha, fue de de 34°C
31 fuera de monte y de 32,6°C el valor de temperatura máxima del aire bajo dosel (Tabla 4)

32 Respecto a los valores mensuales de temperatura mínima del aire, se puede
33 observar que en los tres predios estudiados, el mes de junio es el que presenta los valores
34 más bajos en el período evaluado. Los menores valores de este promedio mensual
35 corresponden a 4,2°C, 5,9°C y 4,8°C obtenidos fuera de monte en Flores, Lavalleja y
36 Rocha respectivamente (Tabla 4).

37

38

39

40

41 *Tabla 4.- Valores de Temperatura máxima (Tmax) del aire y Temperatura mínima (Tmin) del aire, fuera de monte (FM) y dentro de monte (DM), para los predios de Flores (caso*
 42 *A), Lavalleja (caso B) y Rocha (caso C). Promedio mensual en °C registrados en abrigo meteorológico, del período octubre 2015-setiembre 2016.*

Casos	A				B				C			
	Tmax (FM)	Tmax (DM)	Tmin (FM)	Tmin (DM)	Tmax (FM)	Tmax (DM)	Tmin (FM)	Tmin (DM)	Tmax (FM)	Tmax (DM)	Tmin (FM)	Tmin (DM)
oct-15	24,7	21,8	10,3	10,6								
nov-15	29,9	26,5	12,2	12,9	27,7	25,1	11,2	11,9	27,3	25,7	10,8	11,4
dic-15	33,4	30,5	15,8	16,5	31,5	28,7	14,5	15,1	31,4	30,2	13,7	14,1
ene-16	36,2	32,7	17,3	17,8	33,7	30,6	15,7	16,4	33,4	31,7	15,4	16,1
feb-16	35,4	32,3	18,3	18,8	34,2	31,4	17,4	18,0	34,0	32,6	16,5	17,1
mar-16	29,4	26,3	14,2	14,7	28,6	25,6	14,5	15,0	28,9	27,3	14,5	15,1
abr-16	23,6	21,3	13,3	13,7	23,0	20,9	13,1	13,4	23,2	21,7	13,7	14,0
may-16	19,1	16,3	6,8	7,5	18,1	15,7	7,8	8,4	18,5	16,9	7,2	7,8
jun-16	16,7	14,5	4,2	4,9	16,1	13,7	5,9	6,2	16,4	14,9	4,8	5,4
jul-16	16,9	14,8	6,0	6,5	16,7	14,9	6,8	7,3	17,0	15,6	6,4	6,9
ago-16	21,6	19,2	6,4	7,2	19,6	17,8	7,2	7,6	19,7	18,6	6,8	7,1
set-16	21,4	18,6	6,7	7,5	18,7	17,4	7,4	7,6	20,1	18,7	7,4	7,9

43 *Nota: En negrita los valores máximos y mínimos alcanzados.*

44

b) Resultados Productivos

Producción de madera

Para el caso de la plantación de Flores (Caso A) con *Eucalyptus dunnii*, el marco de plantación es de 3,5x2 m, presenta una densidad actual de 1189 árboles/ha, lo que se traduce en un 85% de sobrevivencia respecto a la densidad inicial. Esta mayor densidad implica una mayor cantidad de madera en pie, con un crecimiento anual de 41 m³/ha/año, lo que revela el material genético de calidad empleado. Para el caso de Lavalleja (Caso B), el marco de plantación es de 3x3 m, estimándose una sobrevivencia del 88% con una densidad actual de 979 árboles/ha, teniendo una producción intermedia de 23 m³/ha/año. En Caso C, con un arreglo espacial de 4x4m, si bien presenta un alto nivel de sobrevivencia respecto a la densidad inicial del 96% que se traduce en 626 árboles/ha, presenta menores rendimientos anuales del orden de 14 m³/ha/año (Tabla 5).

Tabla 5.- Caracterización de los montes en estudio

Departamento	Localidad	Especie	Edad (años)	Nº árboles/ha	H media (m)	Área Basal (m ² /ha)	AMD* (m)
Flores (A)	Las Grutas	<i>E. dunnii</i>	7,07	1.189	18	32	21
Rocha (B)	Velázquez	<i>Eucalyptus sp</i>	6,07	626	12	15	15
Lavalleja(C)	Mariscalá	<i>E. globulus</i>	7,07	979	15	22	18

*AMD: Altura Media de los 100 árboles Dominantes en 1 ha

En la Tabla 6 se puede observar el alto crecimiento anual del Monte A, en este caso se utilizó un material genético de alta calidad, suministrado por una empresa y un laboreo que consistió en un subsolado profundo con posterior pasada de rastra. También se registraron lluvias oportunas en el momento siguiente a la plantación del cultivo, lo que propició un buen establecimiento del mismo.

Tabla 6.- Madera en pie y crecimiento anual (IMA)

Monte	Edad (años)	Volumen madera (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
A	7,07	292	41
B	6,07	85	14
C	7,07	166	23

El **Índice de Aprovechamiento pastoril** es inverso a la producción de madera. Como se observa en la Tabla 7, el monte de mayor aprovechamiento es el de Rocha y el de menor valor el de Flores. Esto también está influenciado por la especie y por la edad del monte, aspectos que no están contemplados, pero que influyen en la disponibilidad. Tampoco se considera el área libre en la fila de árboles, el cual puede ser un superficie importante en montes poco densos para madera de calidad, sobre todo cuando se alcanzan densidades menores a 300 árb/ha. Sin embargo, consideramos que en las condiciones estudiadas el Índice refleja adecuadamente el potencial de aprovechamiento.

Tabla 7.- Aprovechamiento pastoril

Departamento	Especie	Edad (años)	Área media árbol (m ²)	Área libre estimada pastoreo	Índice de Aprovechamiento pastoril
Flores	<i>E. dunnii</i>	7,07	7,3	71%	5
Rocha	<i>Eucalyptus sp</i>	6,07	16	75%	13
Lavalleja	<i>E. globulus</i>	7,07	10	67%	7

Los mejores rendimientos en madera obtenidos en el caso A están condicionados por varios factores: adecuadas labores de preparación de sitio, condiciones climáticas favorables y la calidad del material plantado. La densidad de plantación, el sitio y el material forestal determinan en gran medida el rendimiento en madera. Los resultados forestales fueron más bajos en los casos en que el productor no pudo acceder a buen material de plantación, preparación no adecuada y plantines sobremaduros.

Los tres casos lograron una buena implantación del monte. En el período evaluado se constató crecimiento en Diámetro y un bajo crecimiento en altura; los tres montes están en una etapa de crecimiento decreciente, por lo que en próximos años se pueden cosechar.

Evaluación forrajera

Los resultados indican un mayor valor de FDA (%) bajo monte forestal en los meses de mayor temperatura y luminosidad (Noviembre- Febrero). Esta relación se invierte en invierno (Junio-Octubre) como se observa en Figura 4.

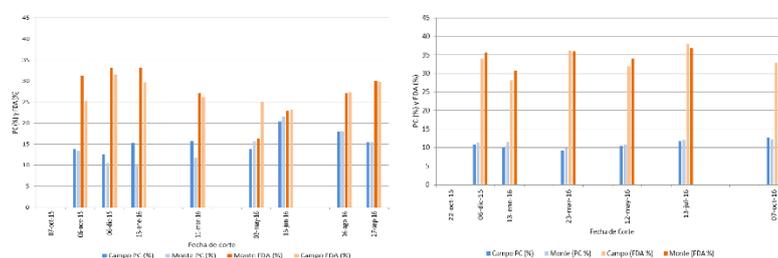


Figura 3. Evolución de PC (%) y FDA (%), Casos A y B

Los resultados de PC son siempre superiores bajo monte y para el caso Mariscalá con campo natural tanto bajo monte como fuera del monte. La producción de forraje (KgMS/ha) en general fue mayor fuera del monte debiendo continuar con las mediciones. A pesar de ello el monte C el menos denso en el que se obtuvo mayor producción de forraje en primavera (1.400 kgMs/ha).

c) Resultados Económicos

Como se observa en la Tabla 8, en el ejercicio 2014-2015, tanto el Predio de Flores como el de Velázquez, los resultados de Margen Bruto ganadero (MB) están por encima del promedio del Instituto Plan Agropecuario, IPA (Molina Carlos, *com.pers.*). En el caso del predio de Mariscalá (caso C) los resultados 2015-16, se equipara al sistema criador ya que no se contó con información suficiente para el cálculo del MB, por lo que se asume que los resultados son el promedio del IPA criador para ese ejercicio. El caso del predio de Flores (Caso A) en el ejercicio 2015-16 entra en una etapa de finalización de la actividad ganadera, por lo que los resultados reflejan solo parcialmente el potencial de ese predio.

Tabla 8.- Resultados de margen bruto predial

Margen Bruto ganado (incluye lana)	US\$/ha	
	2014-15	2015-16
Resultado predial		
IPA Criador (promedio)	41	37
IPA Ciclo Completo (promedio)	59	56
Predio Flores (vacunos, lanares, lana)	99	53*
Predio Mariscalá (vacunos, lanares, lana)	34	37**
Predio Velázquez (invernada de vacunos)	166	159

*, ** Resultados explicados en el párrafo anterior

Para el período analizado tanto en el caso A como el B los productores incrementan la carga ganadera, salvo en el último tercio del caso A por las razones antes expuestas.

En la Tabla 9 se muestran los valores de madera a cosechar, que se proyectan en base a las mediciones de parcelas permanentes, en el Simulador SAG, considerando el 80% del rendimiento como volumen comercial. El MB Forestal es el ingreso neto anualizado producto de la venta de la madera.

Tabla 9.- Características actuales de los montes y proyección de volúmenes de cosecha

	Especie	Edad actual (años)	Edad proyectada potencial cosecha (años)	Volumen a cosechar (m ³ /ha)
Flores	<i>Eucalyptus dunnii</i>	7	9	232
Rocha	<i>Eucalyptus sp</i>	6	12	134
Lavalleja	<i>Eucalyptus globulus</i>	7	8	129

Como se muestra en la Tabla 10, en todos los casos el retorno del monte es positivo, y para el caso de Flores y Lavalleja se sobrepasa los valores obtenidos de MB ganadero

Tabla 10.- Resultados proyectados de venta de los montes considerando precio promedio

Caso	Margen Bruto Forestal (US\$/ha/año)		Tasa Interna de Retorno (%)	
	Sin rebrote	Con rebrote	Sin rebrote	Con rebrote
Flores	238	441	14 %	16 %
Rocha	61	128	7 %	8,4 %
Lavalleja	93	199	9 %	11 %

En la Tabla 11 se presenta el aporte de la forestación al Margen Bruto en el potrero, como se puede observar el incremento de la forestación al resultado ganadero es del 38% y 20% para el caso de Flores y Mariscalá, respectivamente. En el caso de Velázquez, el resultado es prácticamente neutro, en parte debido a la baja densidad de árboles, turno de corte extendido en el tiempo (12 años) y lo más importante, que la ganadería que se realiza presenta muy buenos resultados ganaderos. No hay que dejar de considerar, que asimismo en ese espacio se brinda el servicio a la ganadería, lo que a su vez retroalimenta los buenos resultados ganaderos.

Tabla 11.- Resultado sobre el potrero con actuales niveles de forestación MB 2014-15

Caso	Sup. del potrero (ha)	Sup. forestada (ha)	Proporción forestada	MB ganado (US\$/ha)	MB ganado potrero (US\$/ha)	Crecimiento forestal m ³ /ha	MB forestal US\$/ha	MB forestal/ potrero US\$	MB total (US\$/potrero)	MB conjunto /ha	Incremento
Flores	27	3	11%	99	2376	32	441	1020	3396	126	38%
Velázquez	19.4	1.25	6%	166	3013	15	128	170	3182	164	-1%
Mariscalá	37	1.5	4%	34	1207	20	200	316	1523	41	20%

Los retornos del monte pueden servir como fuente de liquidez para la reposición vacuna y volcar los beneficios en la actividad ganadera. Si aumentamos la proporción forestada se puede mejorar el bienestar y aumentar el beneficio largo plazo.

En los tres casos se cumplen con los objetivos de servicio, un caso tiene cosecha planificada, en los otros dos casos no existe un plan de cosecha. El aumento en la productividad del ganado no se cuantificó, si bien en los tres casos se nombra como una ventaja percibida un aumento de productividad.

5. Discusión

En los tres montes estudiados se constata una mejora en el ambiente térmico bajo dosel presentando una regulación de valores extremos de temperatura tanto en temperaturas máximas en verano como mínimas en invierno, por lo que el objetivo primario de plantar los montes para servicios ganaderos se cumple, sin embargo se constatan diferencias en la eficiencia de este servicio. La densidad sería un elemento influyente en la moderación tanto de temperaturas extremas como temperaturas promedio. La mayor diferencia de temperatura máxima (3,5°C) ocurre en el monte de mayor densidad (1.189 pl/ha) y el menor valor (1,7 °C) en el monte de menor densidad (626 pl/ha).

Como contrapartida, la producción de forraje es mayor en el monte menos denso y con menor área basal (15 m²/ha, caso B). Bosi (2014) llega a los mismos resultados con una disminución de forraje a partir del 50% de sombra en condiciones tropicales. Ares et al. (2003) relaciona la producción de forraje con el área basal, sus resultados dan a lo largo de una rotación de 25 años en *Pinus taeda* una disminución importante a partir de 13m²/ha muy aproximado al Área basal de nuestro caso B (15 m²/ha).

La contribución económica de los montes depende de la proporción forestada y es proporcional al volumen de madera. Sotomayor (2015) reporta mejoras en la Tasa Interna de Retorno de 1-1,5% en los sistemas conjuntos, sobre una TIR ganadera del 10%. Para nuestro estudio la TIR de los montes es del 8-14% considerando los rebrotes y si consideramos el Margen Bruto el incremento es 0% considerando montes menos densos y sin rebrote hasta valores de 38% de contribución. Los mejores valores se reportan en las condiciones de montes de alta calidad genética, y en donde el productor hace un escaso aprovechamiento bajo dosel.

6. Conclusiones

La utilización de estos montes constituyó una práctica silvopastoril donde se constató una regulación de los valores máximos y mínimos de la temperatura del aire bajo árboles. Es una práctica efectiva en reducir el impacto de la radiación solar directa sobre el ambiente térmico que rodea al animal y resulta particularmente beneficioso como servicio a la ganadería (confort térmico) en momentos del día que ocurren condiciones que puedan generar estrés por calor con las consiguientes pérdidas productivas.

Existe un aporte económico positivo que depende del volumen medio y acumulado por unidad de superficie. En todos los casos no fue considerado la opción de madera de calidad, alentado por la coyuntura del Uruguay de tener una demanda sostenida de madera de diámetros pequeños. Sin embargo, habría que explorar la obtención de productos de mayor valor agregado y de mercado. Esto podría mejorar el retorno económico y los aspectos financieros de estos montes.

Para los sistemas ganaderos del Uruguay es relevante determinar para las condiciones de producción familiar, en donde se debe asegurar un flujo financiero periódico, la proporción adecuada de forestación, la densidad que optimice el uso del espacio, la complementación económica que pueda aportar la forestación al sistema

La densidad por lo tanto se debe pensar desde el punto de vista de la mejora en el bienestar animal y desde el punto de vista del retorno económico potencial para el productor para este tipo de sistemas.

El funcionamiento mediante la investigación-acción-participativa generó un círculo de retroalimentación positiva entre investigadores y productores, y el trabajo se vio enriquecido con el aporte y el trabajo de los productores y los técnicos.

Por último, la información generada contribuye a validar las ventajas y desventajas de estos modelos integrados en sistemas de producción familiar ganadera. En base a los

resultados obtenidos y sobre la base de que Uruguay posee 21.000 establecimientos de producción familiar (OPYPA, 2014) existe un gran potencial para la incorporación de montes de servicio y producción, que mejoren la base ganadera, tanto en los aspectos económicos como ambientales.

7. Agradecimientos

Se agradece a la Dirección General de Desarrollo Rural del MGAyP y al BID por apoyar financieramente la realización del trabajo. En especial a los productores que nos abrieron las porteras de sus establecimientos, nos otorgaron su confianza y tiempo, sin lo cual este trabajo no se hubiera podido realizar.

8. Bibliografía

ARES, A.; ST. LOUIS, D.; BRAUER, D. 2003. Trends in tree growth and understory yield in silvopastoral practices with southern pines. *Agrofor. Syst.* 59, 27–33. doi:10.1023/A:1026132918914

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. 2009. Sistemas Silvopastoris. *Pesqui. Florest. Bras.* 60, 77–87. doi:10.4336/2009.pfb 60.77

BOSI, C., 2014. Interações em sistema silvipastoril: microclima, produção de forragem e parametrização de modelo para estimativa da produtividade de pastagens de Brachiaria. Universidade de Sao Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.” 139 p. San Pablo.

BUSSONI, A., JUAN, C., FERNÁNDEZ, E., BOSCANI, M., CUBBAGE, F., BENTANCUR, O. 2015. Integrated beef and wood production in Uruguay: potential and limitations. *Agrofor. Syst.* 89, 1107–1118. DOI:10.1007/S10457-015-9839-1

CASTAÑO, J.P., GIMÉNEZ, A., CERONI, M., FUREST, J., AUNCHAYNA, R., BIDEGAIN, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. INIA- Ser. técnica 193, 34 p. Montevideo.

CNFR 2012. La Producción Agropecuaria Familiar y la Conservación de los Recursos Naturales: La experiencia del Proyecto Producción responsable. 165 p. Montevideo.

CUBBAGE, F.; DONAGH, P. MAC, BALMELLI, G.; OLMOS, V.M.; BUSSONI, A.; RUBILAR, R.; TORRE, R.D. LA, LORD, R.; HUANG, J.; HOEFELICH, V.A.; MURARA, M.; KANIESKI, B.; HALL, P.; YAO, R.; ADAMS, P.; KOTZE, H.; MONGES, E.; PEREZ, C.H.; WIKLE, J.; ABT, R.; GONZALEZ, R.; CARRERO, O. 2014. Global timber investments and trends, 2005-2011. *New Zeal. J. For. Sci.* 44, S7. doi:10.1186/1179-5395-44-S1-S7

METHOL, R.; RACHID, C.; HIRIGOYEN, A. 2015. Sistema de Apoyo a la Gestión Forestal [WWW Document]. URL <http://www.iniaforestaluy.com/sag>

MGAyP, 2016. Ganaderos-familiares y cambio-climatico [WWW Document]. URL <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/direccion-general-de-desarrollo-rural/institucional/llamados/vigentes/ganaderos-familiares-y-cambio-climatico> (accessed 3.5.16).

MGAyP, CNFR, 2011. Adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas

agropecuarios del Uruguay. Informe Final. 240 p. Montevideo.

MONTAGNINI, F.; SOMARRIBA, E.; MURGUEITIO, E.; FASSOLA, H.; EIBI, B. 2015. Sistemas Agroforestales. funciones productivas, socioeconomicas y ambientales. 453 p. Feriva, Cali.

NILSEN, A.R.; SKARPE, C.; MOE, S.R. 2009. La conducta del ganado con respecto a la distancia a los árboles. *Agroforestería en las Américas* 47, 61–67.

OPYPA, 2014. Anuario 2013. Montevideo.

PACIULLO, C.R.; CASTRO DE, T.; MIRANDA GOMIDE, D.C.A.; BELIGOLI FERNANDES, P.; DUARTE DA ROCHA, W.S.; DIAS MÜLLER, M.; PEREYRA, R.R.O. 2010. Densidade do solo e partição de biomassa de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvopastoril. *Sci. Agric.* 67, 598–603.

RUSCH, G.; SKARPE, C. 2009. Procesos ecológicos asociados con el pastoreo y su aplicación en sistemas silvopastoriles. *Agroforesteria en las Américas* 47, 12–19.

SARAVIA, C.; ASTIGARRAGA, L.; ELISE, VAN L.; BENCTANCUR, O. 2011. Impacto de las olas de calor en vacas lecheras en Salto (URUGUAY). *Agrociencia* 15, 93–102. Uruguay

SHARROW, S.H. 1999. Silvopastoralism: competition and facilitation between trees, livestock, and improved grass-clover pastures on temperate rainfed lands, in: Buck, L.; Lassoie, J.; Fernandes, E. (Eds.), *Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems*. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 416. doi:10.1201/9781420049473.ch6

SOLER, R.; PERI, P.; GARGALIONE, V.; ORMAECHEA, S.; SÁNCHEZ-JARDÓN, L.; LENCINAS, M.; MARTÍNEZ PASTUR, G. 2015. Estado del conocimiento de las investigaciones en sistemas agro-silvo-pastoriles: una mirada para Sudamérica, in: Peri, P. (Ed.), *VIII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales*. INTA, Iguazú, pp. 313–316.

SOMARRIBA, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agrofor. Syst.* 19, 233–240. doi:10.1007/BF00118781

SOTOMAYOR, A. 2015. Sistemas agroforestales y su contribución a un desarrollo silvoagropecuario sustentable en Chile, in: Peri, P.L. (Ed.), *VIII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales*. INTA. pp. 444–462. Iguazú.