

I Seminario en  
**Sistemas  
Silvopastoriles**

PRODUCCIÓN INTEGRADA PARA MAXIMIZAR LA RENTABILIDAD





## Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria URUGUAY

INIA elaboró un Plan Estratégico para el período 2016-2020 con proyección a 15 años. Este proceso contó con una fase de discusión que se organizó en torno a los sistemas de producción definidos por INIA. Se involucraron funcionarios y referentes externos del ámbito público y privado. A su vez se realizaron entrevistas a referentes del gobierno, academia y sector privado a nivel nacional e internacional. Con los insumos aportados por todos se definió entonces la agenda de investigación para cada sistema de producción.

La elaboración del Plan Estratégico implicó además la incorporación de análisis interno y externo, que dan un marco de referencia sobre las capacidades y áreas de mejora que el Instituto tiene, así como las tendencias globales que impactan en el desarrollo de la agropecuaria a nivel mundial, regional y local.

La estrategia de INIA se alinea también con las definiciones fijadas a nivel político - producir el doble de alimentos al 2050 - y para ello el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria asume un nuevo compromiso de gestión con el MGAP basado en tres grandes objetivos: intensificación sostenible, producción familiar y calidad científica.

Se definió un conjunto de ejes estratégicos que pautarán el accionar de INIA para los próximos años:

- Excelencia científica y tecnológica sin perder cercanía y transferencia a la producción.
- Mayor focalización en los esfuerzos de investigación y transferencia, con mirada país.
- Más y mejor articulación, con foco y orientada a la estrategia: interinstitucional e interdisciplinaria.
- Promover y gestionar una cultura de anticipación y prospección con visión local e internacional.
- Valorizar el aporte de INIA mejorando la comunicación de los logros de la I+D+i.
- Diversificar las fuentes de financiación.
- Contribuir a la formación de científicos y técnicos de excelencia en el área agroalimentaria.
- Aportes científicos y tecnológicos al desarrollo y la implementación del concepto "Intensificación Sostenible" en el sector agropecuario.

A continuación, se pueden ver algunas de las metas propuestas en relación a los objetivos estratégicos institucionales:





# Sociedad Agropecuaria de Cerro Largo

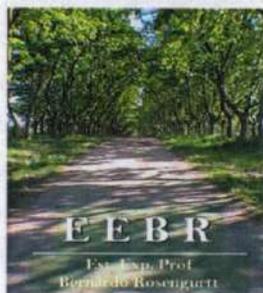
Justino Muniz 707 - Of. 2 - Tel.: 4642 9797 - Melo  
Local "Conventos" Ruta 26 Km. 430 - Conventos 11<sup>a</sup>. Secc.  
Tel.: 4642 5401 - Cel.: 099 200 739  
E-mail: sacl@adinet.com.uy // www.sacl.com.uy

## AFILIADA A LA FEDERACION RURAL

Horario de Atención:  
de Lunes a Viernes de 08,00 a 12,00 hs. y de 14,30 a 18,30 hs.

*Trabajando junto a la familia rural*

### Apoyan:



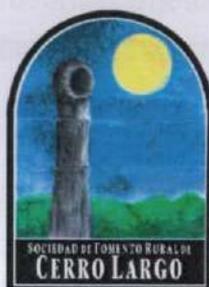
### Auspician:



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY



EDUCACIÓN PERMANENTE  
Universidad de la República



# TABLA DE CONTENIDOS

<b>Prólogo</b> .....	01
C. Mantero, V. Morales	
<u>Estado actual de la investigación en Sistemas Silvopastoriles en Uruguay</u> .....	03
C. Viñoles, J.K. Fedrigo, V. Benítez, R. Santa Cruz, J.P. Posse.	
<u>Aportes de INIA a la construcción de sistemas de producción integrados</u> .....	24
J.M. Soares de Lima, R. Scoz.	
<u>Contribución de áreas forestales en el balance de gases de efecto invernadero de sistemas ganaderos extensivos en Uruguay</u> .....	35
G. Becoña.	
<u>Seleção, manejo e produtividade do componente forrageiro em sistemas silvipastoris</u> .....	42
A.C. Varella, R. Barro, L.S. Pontes, J.L.S. Silva, V. Porfirio-Da-Silva, J.C. Saibro.	
<u>Integração pastagem nativa-cultivos arbóreos</u> .....	52
C. Nabinger, J.K. Fedrigo, J. C. R. Azambuja Filho, P. F. Ataíde.	
<u>Microclima en Sistemas Silvopastoriles</u> .....	63
C. Munka.	
<u>Coefficientes técnicos para cuantificar el potencial de la integración forestación-ganadería ¿Qué datos tenemos para presupuestar una ganadería entre los montes?</u> .....	69
A. Simeone, V. Beretta, C.J. Caorsi.	
<u>Evaluación del impacto de la inclusión de la forestación en los sistemas ganaderos</u> .....	81
J.I. Buffa, G. Canan, D. Varalla.	

# PRÓLOGO

C. Mantero, V. Morales

La investigación en sistemas silvopastoriles en Uruguay ha tenido creciente importancia a partir del desarrollo forestal que comenzó en la década de 1990. Sin embargo, a pesar de las diversas discusiones en torno a este desarrollo, en particular sobre la competencia por el uso de la tierra de las diferentes actividades económicas, al momento no hay mucha investigación nacional disponible sobre estos sistemas, en particular, con resultados experimentales. Dada la necesidad de investigar sobre las potencialidades del desarrollo de sistemas silvopastoriles en Uruguay, y en el marco del proceso de descentralización de la Universidad de la República en el interior del país, en el año 2014 se presentó una propuesta a la «Convocatoria a proyectos para la radicación de grupos docentes de alta dedicación en el Polo de Desarrollo Universitario del Noreste». Dicha convocatoria fue realizada por la Comisión Coordinadora del Interior (CCI) de la Universidad de la República. La propuesta fue seleccionada y el Polo de Desarrollo Universitario (PDU) «Centro de salud reproductiva de rumiantes en sistemas agroforestales» comenzó a funcionar en el año 2016 en la Estación Experimental «Profesor Bernardo Rosengurt», de Facultad de Agronomía en Cerro Largo. Este PDU tiene como servicios de Referencia Académica a la Facultad de Veterinaria y la Facultad de Agronomía, y se integra administrativamente a la Casa de la Universidad de Cerro Largo.

El objetivo del PDU es generar información en salud reproductiva en sistemas agroforestales, contribuyendo también al conocimiento de los diferentes componentes de estos sistemas y sus interacciones. En este marco se inscribe la realización del «I Seminario en sistemas silvopastoriles. Producción integrada para optimizar la rentabilidad». Esta primera edición de la revista Integración Ganadería Forestación (IGAF) recoge los trabajos presentados en este seminario, el cual incluye una revisión del estado de la investigación en sistemas silvopastoriles en Uruguay, a cargo de los integrantes del PDU. Los restantes trabajos incluyen diferentes aspectos de los sistemas silvopastoriles, tales como aspectos ambientales, económicos y técnicos. Se cuenta con la participación de diferentes instituciones nacionales, INIA, Facultad de Agronomía, Instituto Plan Agropecuario, e internacionales, EMBRAPA y Universidade Federal do Rio Grande do Sul, así como del sector privado, consultora APEO. Se espera, además que la reunión de diferentes grupos de investigadores en el tema, genere la necesidad de seguir compartiendo resultados y hasta lograr temas de estudio comunes entre diferentes grupos a nivel nacional y regional que incrementen drásticamente la producción científica en el tema.

Este es el primer esfuerzo de difusión de los resultados de investigación del PDU así como de otros investigadores nacionales e internacionales relacionados con la temática.



# ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN URUGUAY

C. Viñoles<sup>1</sup>, J.K. Fedrigo<sup>1</sup>, V. Benítez<sup>1</sup>, R. Santa Cruz<sup>1</sup>, J.P. Posse<sup>2</sup>.

## RESUMEN

El objetivo de ésta revisión es presentar el conocimiento generado en los sistemas silvopastoriles que se han establecido en Uruguay. Describimos que los mismos no fueron explícitamente planeados, ya que el objetivo ha sido la producción de pulpa o madera para aserrío. Por su baja especialización, los coeficientes técnicos de éste tipo de sistemas son similares o aún más bajos que los de los sistemas ganaderos extensivos. La adopción de sistemas silvopastoriles explícitamente planeados, que promuevan la producción equilibrada de sus componentes es baja, y realizada por productores que tienen experiencia en el rubro y están convencidos de sus ventajas. Cuando se plantea un sistema silvopastoril, la decisión con mayor impacto es el objetivo productivo del componente arbóreo, aspecto que determinará la especie, su densidad y arreglo espacial. Estos aspectos influyen en la cantidad y tipo de producto forestal y provocan modificaciones en el microclima debajo de las copas, que determina la cantidad de forraje que crecerá y por lo tanto la productividad animal. Entre los principales aspectos microclimáticos afectados por los árboles destacamos los cambios en la radiación solar incidente en el sotobosque y la humedad y temperatura del aire y del suelo. Para asegurar la persistencia y permitir el adecuado desarrollo de las especies forrajeras y el mantenimiento de su productividad es fundamental la definición de la combinación de especies nativas y exóticas más adaptadas al sombreado. Sin embargo, la modificación del microclima podría ser una estrategia para mitigar el estrés térmico en los animales. Se han reportado reducciones del orden del 20% en la tasa de preñez cuando el índice de temperatura y humedad es mayor a 70. A pesar de que el entore del ganado para carne ocurre en los meses de mayores temperaturas y probabilidad de olas de calor, no se ha investigado el impacto de la sombra natural sobre la fertilidad del rodeo. La información científica que se ha generado en Uruguay en sistemas silvopastoriles proviene, en gran parte, de sistemas que no permiten explotar la sinergia entre todos sus componentes. Por lo tanto, es necesaria la creación de sistemas silvopastoriles planeados en forma conjunta con los destinatarios de ésta tecnología y otras instituciones de investigación, fomento y desarrollo, para evaluar los diferentes componentes y sus interacciones en el largo plazo, además de determinar su impacto productivo y económico a nivel predial.

---

<sup>1</sup> Polo Agroforestal, UdelaR, Ruta 26, km 408, Bañados de Medina, Cerro Largo, Uruguay. E-mail: [carolina.vinoles@poloagroforestal.edu.uy](mailto:carolina.vinoles@poloagroforestal.edu.uy)

<sup>2</sup> Lumin, Avenida Brasil 1099, Rivera, Uruguay

## INTRODUCCIÓN

La forma de uso de la tierra es un aspecto central para el desarrollo agropecuario y tiene influencia directa en el retorno económico de millones de personas alrededor del mundo. Sin embargo, su importancia trasciende la esfera económica y está intrínsecamente relacionada con desafíos globales como seguridad alimentaria, bienestar animal, adaptación al cambio climático y estrategias para mitigarlo y conservación de los recursos naturales (FAO 2011). Además, el sector agropecuario en los países en desarrollo está sometido a presiones contradictorias: aumentar la producción para contribuir al desarrollo del país y al mismo tiempo preservar el ambiente y el ecosistema. Este dilema es muy relevante para Uruguay, que ha definido algunas estrategias para promover el desarrollo sostenible del país. Los sistemas integrados de producción agrícola, forestal y pecuaria, como son los sistemas agroforestales, constituyen una alternativa de uso de la tierra que permite atender las demandas emergentes de sustentabilidad (FAO 2010). Esto es debido a la eficiencia en el uso de los recursos naturales, proporcionando un mayor reciclaje de nutrientes y mejora en la calidad del suelo y capacidad de secuestro de carbono, además de su rol en la diversificación de los ingresos en la propiedad (Salton et al. 2014). El silvopastoreo es una modalidad de sistema agroforestal que combina la forestación con el pastoreo de los animales (Nair 1985) y se basa en el equilibrio de la explotación de los recursos naturales por parte de los tres componentes bióticos del ecosistema: el árbol, la pastura y el rumiante (Peri et al. 2016).

Los sistemas silvopastoriles permiten captar e integrar al sistema una mayor cantidad de radiación solar, producto de un mejor aprovechamiento por parte de los distintos estratos (Budowski 1981). Cuando estos sistemas son bien planeados y conducidos, permiten mejorar las interacciones ecológicas beneficiosas, las cuales pueden ser demostradas a través de mejoras en el rendimiento por unidad de área, eficiencia en el uso de recursos y/o mejoramiento en aspectos ambientales (Peri et al. 2016). De esa manera, es posible explotar la sinergia entre los componentes (Varela et al. 2009), integrando productos con escalas económicas temporalmente distintas en el mismo espacio.

Nuestro objetivo es presentar el conocimiento generado en los sistemas silvopastoriles que se han establecido en Uruguay, y determinar en qué medida se está explotando la sinergia entre sus tres componentes principales.

## SISTEMAS SILVOPASTORILES EN URUGUAY

El pastoreo de ganado en montes de especies exóticas (Eucalipto o Pino) en Uruguay es extremadamente común, y practicado en la mayoría de los campos forestados, así como en campos que tienen islas de árboles o líneas plantadas a la orilla de los alambrados (Cubbage et al. 2012). El registro nacional más antiguo de uso de árboles en un sistema integrado a la ganadería para diversificar ingresos data de 1960 (Torres et al. 1995). Actualmente, existen 1.600.000 ha afectadas por la forestación, 1.000.000 de las cuales son áreas efectivas de plantación, donde pastorea el 5-6% de la población de ganado de carne del Uruguay (Posse, com. pers.). Esto determina que el silvopastoreo se haya generalizado en Uruguay, más que en otros países de las Américas, o quizás del mundo (Cubbage et al. 2012). Con respecto a los sistemas silvopastoriles diseñados de manera que permitan la introducción de forrajeras en

los espacios entre líneas de árboles, la información generada a nivel nacional es muy escasa y de difícil acceso.

Los sistemas silvopastoriles adoptados en Uruguay no fueron explícitamente planeados (Cubbage et al. 2012), ya que el objetivo de las plantaciones fue la producción de pulpa o madera para aserrío. Estos plantíos arbóreos de alta densidad limitan el crecimiento de la pastura, ya que su crecimiento regular ocurre en solamente 30-40% de la tierra que normalmente permanece sin plantar, por restricciones del suelo (bajos y drenajes naturales) así como los callejones, cortafuegos, alambrado y líneas eléctricas (Cubbage et al. 2012). Las empresas forestales usualmente realizan contratos de pastoreo de sus plantaciones a productores locales, que manejan su ganado en las áreas forestadas. El ganado generalmente se maneja a una dotación de 0.4-0.5 UG/ha, considerando solamente el área no plantada (Fedrigo et al. 2017). Esta relación beneficia tanto a la empresa forestal, que percibe ingresos por renta y disminuye el riesgo de incendios, como a los productores ganaderos que utilizan el forraje y producen carne en éstos sistemas (Cubbage et al. 2012). Sin embargo, por su baja especialización, los coeficientes técnicos de éste tipo de sistemas son similares a los de los sistemas ganaderos extensivos predominantes en el país (73 kg carne/ha; 63 USD/ha; (Simeone et al. 2014)).

Más recientemente, las empresas forestales comenzaron a ofrecer negocios de fomento a los productores que son dueños de la tierra (Cubbage et al. 2012). En éste tipo de negocios, la empresa provee de plantas genéticamente superiores, preparación del suelo, plantación y cosecha (Cubbage et al. 2012). Estos negocios incluyen varias alternativas, desde pagos de renta anual hasta la división de las ganancias al momento del corte del monte y pueden incluir pagos indexados basados en el precio de la madera (Cubbage et al. 2012). Además de aprovechar la sombra y abrigo de los montes para el ganado, el productor diversifica su negocio y lo ayuda a mantener ingresos más estables en el largo plazo (Cubbage et al. 2012). Aún en ésta modalidad de negocio, el arreglo de la plantación está pensado para maximizar la producción forestal y no para permitir el adecuado crecimiento del forraje y mejorar la eficiencia de producción de carne. Sin embargo, tiene la ventaja para el productor ganadero, que desconoce del cuidado de árboles y su negocio, que la empresa se encarga de todas las fases del monte, desde su plantación hasta la cosecha y comercialización.

La adopción de sistemas silvopastoriles explícitamente planeados, que promuevan la sinergia de sus componentes, todavía es baja en Uruguay, a pesar de que ha sido promovida a través de exoneraciones impositivas y créditos blandos por el Programa Ganadero del MGAP (Tamosiunas 2015). La integración de la forestación en predios ganaderos no está suficientemente aplicada por limitantes de diferente índole. Las limitantes culturales determinan una falta de valoración de los servicios ecosistémicos de éste tipo de sistemas y una percepción de que la forestación a gran escala compite con la ganadería por el uso del suelo. Se han identificado además limitantes por falta de tecnología multi-rubro validada y la falta de predios piloto para difusión de resultados y datos (Pastorini & Acosta 2011). Los resultados de una encuesta realizada a productores indican que los que tienen experiencia silvopastoril previa forestan por estar convencidos de los beneficios para el ganado, mientras que los que no lo hacen perciben a la forestación como un aumento de costos y horas de trabajo sin beneficios inmediatos (Tamosiunas 2015). Para incrementar la adopción forestal es fundamental desarrollar planes de gestión integral junto con los productores, para que identifiquen a los árboles como un rubro con potencial de generar ingresos para la unidad de producción (Tamosiunas 2015). A pequeña escala, la actividad silvopastoril puede ser viabilizada por medio de la formación de grupos de productores en zonas específicas, aspecto que facilita los procesos de cosecha y de comercialización.

## EL COMPONENTE ARBÓREO

En Uruguay, las plantaciones forestales se utilizan desde mediados del siglo XIX con el objetivo de proteger los cascos de las estancias y al ganado, proveer leña y madera para las construcciones rurales (Arrarte 2000). Por su capacidad de adaptación y rapidez de crecimiento, las plantaciones de *Eucalyptus* se extendieron en el siglo XX, en una modalidad de plantíos de 1 hectárea y/o cortinas de dos a 4 filas de árboles, que se volvieron parte del paisaje nacional (Arrarte 2000). En las últimas décadas, la forestación ha tenido un gran desarrollo, producto de políticas que buscaron impulsarla, lo cual generó fuertes inversiones nacionales y extranjeras (Acevedo & Ibarburu 2011). La ley forestal No. 13.723 aprobada el 16/12/1968 generó el impulso antes mencionado, y fue reforzada con la segunda ley forestal No. 15.939 aprobada el 28/12/1987, con la cual se definen suelos de prioridad forestal (Ravera 2002; Anuario OPYPA 2016)) que dividen al país en 3 regiones: sur-este, centro-norte y litoral-oeste (Uruguay XXI 2016). Por lo tanto, la forestación ha sido un proceso ordenado, que buscó mejorar la productividad de suelos menos aptos para otras actividades agropecuarias.

La decisión con mayor impacto cuando se plantea un sistema silvopastoril es su objetivo productivo, aspecto que determinará la especie de árbol, su densidad y arreglo espacial del plantío. Estos aspectos influyen en la cantidad y tipo de producto forestal que se producirá, ya que la menor densidad arbórea favorece el crecimiento individual en diámetro de los árboles y la producción de madera de calidad con destino aserrable (Varela et al. 2016). Además, la especie, densidad y arreglo provocan modificaciones en el microclima debajo de las copas, que determina la cantidad de forraje que crecerá y por lo tanto la productividad animal. Actualmente, el género *Eucalyptus* es el más cultivado en nuestro país (82%), seguido por el *Pinus* (18%). El eucalipto provee de materia prima para la producción de celulosa, carbón, madera, paneles, postes, madera aserrada, muebles, envases y otros usos comerciales. Este género es el más frecuentemente elegido porque está bien adaptado a las condiciones de Uruguay, hay conocimiento y experiencia adquirida en su manejo, y cubre la demanda del mercado (Paseyro 2015). Además de las tradicionales, Uruguay presenta un gran potencial para la introducción de otras especies maderables en los sistemas productivos, como *Prosopis* sp. (Ñandubay); *Prosopis nigra* (Algarrobo); *Platanus occidentalis* (Plátano); *Liquidambar styraciflua* (Liquidambar); *Grevillea robusta* (Roble sedoso); *Quercus palustris* (Roble palustre); *Quercus bicolor* (Roble americano); *Taxodium distichum* (Ciprés calvo); *Peltophorum dubium* (Ibirapitá) y *Robinia pseudoacacia* (Acacia blanca) (Bussoni et al. 2012). Sin embargo no existen experiencias de plantaciones de estas especies con volúmenes y manejos que permitan obtener madera de calidad aserrable (Bussoni et al. 2012), cuya comercialización implicaría la búsqueda y/o generación de los mercados que la demandan y la adaptación de la industria ya instalada.

Como consecuencia de la logística, la forestación se ha expandido a diferentes ritmos en las diferentes zonas del país. En el Norte, la mayor área de plantaciones se concentra en los departamentos de Tacuarembó y Rivera (predominio de pino - 65%, sobre eucalipto - 35%) seguidos por el Litoral con los departamentos de Paysandú y Río Negro (eucalipto - 80% y pino - 20%). Más recientemente, las plantaciones comenzaron a extenderse, en los departamentos de Cerro Largo y Treinta y Tres donde se encuentran las mayores áreas de suelos de prioridad forestal contigua disponibles. Tacuarembó y Rivera son departamentos con industrias instaladas y las empresas son propietarias de la tierra donde existen plantaciones maduras, con destino principal a madera sólida y aserrada. Cerro Largo, en cambio, tiene plantaciones incipientes (6% del total nacional de bosques forestados, 86 % son *Eucalyptus* spp y el 14% son *Pinus* spp.) caracterizadas por otro tipo de propiedad de la tierra (arrendamiento) e incertidumbre respecto al destino de esa madera

y al grado de procesamiento que se podría alcanzar en la región. Este último aspecto es muy relevante, ya que determina el grado de adopción de los sistemas silvopastoriles, por la complejidad que implica la cadena de comercialización del producto final.

La expansión de la forestación en el país ha determinado que gran parte de las actividades que tradicionalmente los operarios realizaban de forma manual se hayan mecanizado. Esto se ha acompañado por una mayor especialización en la preparación del terreno que incluye el tratamiento de la vegetación existente y la preparación del suelo. Tradicionalmente se laboreaba toda la superficie donde se iba a implantar el *Eucalyptus*, pero ante la necesidad de reducir costos y disminuir la erosión, es cada vez más utilizada la preparación del terreno en la banda de plantación (Larocca et al. 2004). Incluso se han desarrollado técnicas de no laboreo (laboreo cero) previo a la plantación, habiendo estudios nacionales que no observan diferencias comparado con las técnicas convencionales, en términos de crecimiento y la producción del árbol, cuando se asocia al control químico de la vegetación pre existente (Silveira et al. 2006). Esto es de suma relevancia si se tiene en cuenta que los suelos de aptitud forestal son más erodables que el promedio de los suelos del Uruguay (Silveira et al. 2006). Además, es fundamental en las etapas iniciales del crecimiento arbóreo hasta el cierre de copa un eficiente control de malezas, utilizando herbicidas (genéricos y pre emergentes (Villalba 2011)). Estos aspectos tienen repercusiones muy relevantes sobre el tapiz del campo natural y su productividad posterior y es el que genera mayor oposición a la instalación de los árboles.

### **Efectos de los árboles en las propiedades del suelo y fijación de carbono**

La introducción de árboles al sistema provoca cambios en las propiedades químicas del suelo. Trabajos nacionales han constatado disminución del pH, aumento de la acidez intercambiable ( $Al^{+3}$ ) y disminución del contenido de las bases Ca, Mg y K de los suelos debido al cambio de uso de la tierra de pastoril a forestal (Pérez-Bidegain et al. 2001; Cabrera & Cal 2007). Dichas alteraciones ocurrieron en distintas profundidades de muestreo (horizontes A y B) en plantaciones *Pinus taeda* (rotaciones cortas) y principalmente con *Eucalyptus grandis* (rotaciones largas) (Cabrera & Cal 2007; Hernández 2010). Los autores describen un descenso del pH en el horizonte A de 4,9 a 4,4 en *Eucalyptus grandis* y de 4,8 a 4,5 en *Pinus taeda*; y en el horizonte Bt de 4,8 a 4,5 en *Eucalyptus grandis* y de 4,7 a 4,5 en *Pinus taeda*. Estos cambios en la acidez del suelo, asociado a un mayor contenido de aluminio intercambiable, pueden tener un efecto negativo en las especies forrajeras que crecen en el sotobosque. Sin embargo, se desconoce si estos cambios en el pH del suelo ocurren a una distancia específica del árbol, y en qué medida un sistema silvopastoril con una adecuada distancia entre filas de árboles provocaría el mismo efecto en ésta propiedad del suelo.

Uno de los mayores aportes de la forestación a los sistemas ganaderos es su potencial de captación de carbono, que colabora en las estrategias para mitigar la producción de gases con efecto invernadero. La captación de carbono de los sistemas silvopastoriles ocurre por dos vías: el suelo y el árbol. El almacenamiento de carbono en los suelos es el balance entre la incorporación de material vegetal muerto (hojarasca y raíces) y las pérdidas durante los procesos de descomposición y mineralización (respiración heterotrófica) (FAO 2007). El reciclaje de nutrientes efectuado por la planta desde capas más profundas ayuda a mantener adecuadas concentraciones de éstos en estratos más superficiales del suelo, reduciendo las pérdidas por filtración (Beer et al. 2003). Lo anterior es producto de la densidad aumentada de raíces, así como también la mayor extensión vertical de las mismas, resultando en la formación de materia orgánica para el suelo (Rao et al. 1998). De ésta manera, los árboles también contribuyen al ciclo del carbono en

el suelo (Hernández et al. 2016). Aunque frecuentemente se destaca que las plantaciones de madera de aserrío (ciclo largo) contribuirían en mayor medida a la mitigación de la producción de gases de efecto invernadero, los volúmenes por ha en plantaciones para pulpa (ciclo más corto) son mayores. Por lo tanto, en igual periodo de tiempo es probable que no existan diferencias importantes en la cantidad de carbono fijado por ambas opciones. Las especies para pulpa son generalmente de crecimiento más rápido y logran fijar más dióxido de carbono en sus tejidos en menos tiempo (Alfaro 1997). Su destino para leña puede ser positivo porque sustituye el uso de combustibles fósiles, a pesar de que el proceso de combustión determina que el carbono acumulado por el tejido vegetal retorne a la atmósfera. Por otra parte, el uso de madera proveniente de plantaciones forestales de rápido crecimiento para la fabricación de muebles, casas, encofrados, juguetes y tornería es una manera eficaz para fijar dióxido de carbono, que queda almacenado en las estructuras por largo tiempo (Alfaro 1997; Kyrklund 1990).

### **Efecto del árbol sobre el microclima**

Entre los principales aspectos microclimáticos afectados por los árboles en un sistema silvopastoril, destacamos los cambios generados en la radiación solar incidente en el sotobosque (Lewis et al. 1983; Watson et al. 1984; Peri et al. 2007; Mead 2009), la humedad del aire y del suelo (Silveira et al. 2006), y la temperatura (Anderson 1977; Lee 1978; Sotomayor 1989; Mead 2009; Fedrigo et al. 2017). Otro aspecto importante es la acción protectora al disminuir la velocidad del viento, atenuando la acción del frío en los animales durante el invierno y disminuyendo la pérdida de humedad del suelo durante el verano, que favorece el crecimiento de las plantas (Sotomayor et al. 2009; Solangaarachchi & Harper 1987).

### **Radiación solar**

La intercepción de la radiación solar puede mejorar el confort térmico de los animales y, en contrapartida, comprometer la actividad fotosintética de las plantas forrajeras. Las prácticas silviculturales son esenciales para permitir el acceso de la radiación solar al sotobosque, que puede ser manejado variando la densidad de los árboles, y dependerá de la arquitectura y características de crecimiento de la especie arbórea seleccionada (Sotomayor & Teuber 2011). Especies de copa amplia requieren de mayor espaciamiento, sin embargo, si la copa es poco densa, habrá mayor transmisión de luz para el sotobosque (Carvalho 1998). La poda como práctica silvícola también tiene marcada influencia en la radiación que ingresa sobre todo en el tercio inicial del ciclo productivo. De acuerdo a varias experiencias regionales, el arreglo más efectivo para la entrada de luz es por medio de callejones, donde los árboles se plantan en filas (una o varias) con un amplio espacio entre ellas (Porfirio-da-Silva et al. 2009). Este arreglo básico también se puede ajustar de acuerdo con el uso comercial de la madera (Porfirio-da-Silva et al. 2009), pudiendo variar desde hileras simples hasta triples. Existen estudios que evalúan el efecto de este tipo de distribución sobre la calidad de la madera, no habiéndose encontrado cambios negativos en sus propiedades (Forrester et al. 2013).

### **Ciclo hidrológico**

El impacto de la introducción de árboles sobre el ciclo hidrológico es un tema polémico, especialmente cuando la plantación sustituye al campo natural. La magnitud de los cambios varía con las características climáticas locales y de su concentración: en plantaciones comerciales con alta densidad el efecto es más

importante (Aussenac & Boulangeat 1980). De manera general, las plantaciones forestales aumentan la intercepción del agua de lluvia, por lo que ayudan a disminuir los procesos erosivos y tienden a tener más pérdidas por evapotranspiración que una pastura bajo pastoreo (Silveira 2011; von Stackelberg et al. 2007). En un estudio de los efectos de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en Uruguay, se observó que los escurrimientos anuales en la cuenca forestada tienden a disminuir entre un 22 y 31 %, dependiendo de la precipitación anual (Silveira et al. 2006). Hay un marcado efecto estacional, que alcanza una disminución de 33 a 40 % en la temporada primavera-estival (octubre a marzo), comparado con reducción del 13 a 20% en otoño e invierno. Es importante destacar que los estudios hidrológicos requieren de varios años de recolección de datos, por lo que debe generarse más información en éste tema a nivel nacional. Otro efecto significativo de las plantaciones es la reducción, por la copa de los árboles, de la velocidad de escorrentía en eventos climáticos extremos con una consecuente reducción del poder erosivo (von Stackelberg et al. 2007).

Además de reducir el escurrimiento superficial, los árboles pueden modificar la dinámica del agua disponible en el suelo, con gran tendencia a la disminución de su disponibilidad subterránea (Munka 2010). Una síntesis de 26 estudios realizados en distintas cuencas hidrográficas alrededor del mundo, indica que ocurre una reducción del 39% en el volumen de agua (un promedio de 167 mm/año), siendo mayor el efecto con *Eucalyptus* que con *Pinus* (Farley et al. 2005).

Los sistemas agroforestales pueden reducir la contaminación del agua de suelo por los nitratos y otras sustancias perjudiciales para el ambiente y la salud humana. Como resultado del menor escurrimiento y por la filtración de las micro cuencas hidrográficas con cubierta forestal, que cubren un alto porcentaje de la superficie del suelo, se produce agua de mejor calidad (Stadmuller 1994).

### **Temperatura y humedad del aire y del suelo**

La presencia de cubiertas vegetales genera una menor amplitud de variación térmica tanto en el aire como en el suelo, siendo más cálido en el invierno (con menor probabilidad de heladas) y más frío en verano. En Uruguay, se ha reportado que en los meses de mayor temperatura (diciembre-febrero), el monte de *Pinus Taeda* de 8 años de edad reduce la temperatura del aire en 2,6-2,8°C entre las 10 y las 20 hs, mientras que en el invierno, las temperaturas nocturnas son más elevadas (+1°C ; (Fedrigo et al. 2017)). Es importante destacar que la magnitud de los cambios en temperatura dependen de la densidad del monte, siendo mayores en montes más densos (3,5°C, 1189 plantas/ha) comparado con montes de menor densidad (1,5°C, 642 plantas/ha; (Cabrera et al. 2016)).

La temperatura media del suelo varía dependiendo del espaciamiento, densidad y altura de los árboles. Se han registrado reducciones de 3,8 °C en verano en árboles con una altura promedio de 6 - 8 m y de 2,1 °C en árboles menores a 6 m (Bahamonde et al. 2009). Estos cambios son muy positivos para el crecimiento de las especies forrajeras, especialmente las invernales. Debido a los valores extremos de temperatura del suelo registrados en los meses más calientes (puede alcanzar 50°C en nuestro país, Lattanzi, com. pers.), su efecto negativo resulta más relevante que la temperatura del aire. Altas temperaturas del suelo inhiben la fotosíntesis y la síntesis de citocinina (Wang et al. 2003), hormona responsable de la producción de nuevas hojas y macollos y del retraso en la senescencia.

La humedad relativa del aire generalmente es mayor en las áreas con cobertura de bosque, aunque la magnitud del cambio depende de su altura (hasta 6 metros: 3 % y 6-8 metros, 20%) (Bahamonde et al. 2009). El aumento en la humedad del aire por evaporación de las hojas es parte del mecanismo por el cual los árboles producen una reducción en la temperatura (Saravia & Cruz 2003), cambios que son muy

importantes para asegurar el confort térmico en los animales e hídrico en las especies forrajeras (Grantz 1990). Con relación a la humedad disponible en el suelo, se ha verificado que ocurre competencia entre las raíces de los árboles y las pasturas siempre que el suelo no esté completamente saturado en agua (Peri et al. 2016). En contrapartida, en casos de sequía extrema, la presencia moderada de árboles puede ser beneficiosa, debido a la reducción en la evapotranspiración y en la velocidad del viento (Peri et al. 2016).

### Viento

Las cubiertas vegetales forestales son particularmente efectivas en modificar la velocidad del viento, que puede llegar a valores de 46% (Pezzopane et al. 2015). La zona de protección de cortinas de árboles cubre una distancia hasta de 30 veces, la altura del bosque (Gutiérrez et al. 1996). Por efecto de las cortinas, disminuye hasta en 20% la tasa de evapotranspiración en el suelo y la cobertura vegetal, mitigando los efectos del estrés por sequía (Gutiérrez et al. 1996).

## **RESPUESTAS DE LAS PLANTAS FORRAJERAS AL MICROCLIMA**

La generación de un microclima diferente bajo los árboles tiene impacto sobre el crecimiento de las plantas forrajeras que crecen en el sotobosque. Esta condición, que por un lado es positiva al controlar los extremos térmicos del aire y del suelo, también reduce la cantidad y calidad de radiación fotosintéticamente activa, aspecto que constituye la principal característica ambiental negativa para el crecimiento forrajero en sistemas silvopastoriles (Feldhake & Belesky 2009). Las plantas que crecen en el sotobosque experimentan un ambiente luminoso modificado que no les permite mantener tasas de acumulación de carbono similares a las que ocurren a pleno sol, aspecto que tiene efecto en su capacidad de acumulación de reservas (Varella et al. 2012). Esa condición puede intensificarse por la estrategia utilizada por las plantas en movilizar el carbono de las reservas radiculares para priorizar el crecimiento aéreo. El tiempo térmico necesario para el surgimiento de dos hojas consecutivas (filocrono) es mayor para plantas sombreadas (Baldissera et al. 2014), característica que junto con la menor tasa de macollaje influye negativamente en la eficiencia del rebrote.

La destacada importancia del recurso luminoso en sistemas silvopastoriles ha impulsado la investigación acerca de las respuestas de las especies forrajeras al sombreado y la selección de las más adaptadas (Baldissera et al. 2014; Barro et al. 2012; Faurie et al. 1996; Perry et al. 2009; Soares et al. 2009). Dentro de las forrajeras con distintas rutas metabólicas, las especies C3 tienen destacada capacidad de aclimatación a baja luminosidad. Las tasas fotosintéticas realizadas por ese grupo de plantas se mantienen relativamente estables aún con una reducción de 50% de la radiación solar relacionado al ambiente sin árboles (Sharro 1999). Estudios realizados con niveles crecientes de sombreado sugieren que especies exóticas (*Dactylis glomerata* y *Arachis pintoi*) y nativas (*Bromus sp.*) presentan alta productividad y buena persistencia en los sistemas silvopastoriles (Zarza 2002; Peri et al. 2002; Varella 2012; Barro et al. 2012). Las especies de ruta metabólica C4, por otro lado, son especies que presentan mayores tasas fotosintéticas debido a la presencia de un complejo sistema de especialización (anatomía Kranz) que mejora la asimilación de carbono en situaciones de alta radiación y temperatura. Dicha característica, que

tiene un alto costo energético de mantenimiento (Furbank et al. 1990), resulta en una menor plasticidad fenotípica para adaptarse a ambientes con restricción de luminosidad (Sage & McKown 2006). Esto provoca una drástica reducción en la tasa fotosintética con el agregado de sombra, aunque dichos valores se mantengan en algunas especies superiores a las C3 en términos absolutos. Algunas especies C4 como *Paspalum regnelli*, *P. notatum* y *P. dilatatum* fueron consideradas como promisoras para ser utilizadas en sistemas silvopastoriles debido a su tolerancia a la sombra moderada (Barro et al. 2012).

### **Desempeño de las forrajeras en sistemas silvopastoriles**

En el país, el componente forrajero ha sido el más estudiado en sistemas silvopastoriles. El campo natural integrado al componente arbóreo presenta modificaciones estructurales, taxonómicas y químicas. El incremento del nivel de sombreado se asocia a una disminución de la relación C4:C3 y del número de familias, géneros y especies botánicas (Silveira 2015). Estas modificaciones también determinaron cambios productivos. Bajo una plantación comercial de *Pinus taeda* de 7 años (1000 árboles/ha), el campo nativo sufrió una reducción de más de 70% en la tasa de acúmulo diaria de forraje, que pasó de un promedio de 18 Kg de MS/ha/día en campo natural a menos de 3 bajo el monte forestado (Nicola & Silveira 2010). El limitado crecimiento impactó directamente en la capacidad de carga animal, que se redujo a 0,14 UG/ha, con tendencia a una disminución cada vez mayor con el crecimiento del monte. Otro trabajo nacional constató una reducción de la producción de forraje en el orden de 50 % a 60% en 3 gramíneas C3 perennes exóticas (*Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* y *Festuca arudinacea*) asociadas con leguminosas (*Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*), cultivadas en integración con un plantío arbóreo de *Pinus taeda* de 33 años (densidad de 136 árboles/ha) (Bonino & da Rosa 2016). El número de macollos, también fue afectado negativamente debido al sombreado. Se ha descrito que la pastura que crece bajo el monte tiene un aumento en la composición de proteína y una reducción en su contenido de fibra (Fedrigo et al. 2017), aspecto que podría ser positivo para la producción animal si el volumen de forraje fuera adecuado. La causa del aumento en la concentración de proteína es controvertida, pero se explicaría por la estrategia que utilizan las plantas para aumentar su eficiencia fotosintética, redireccionando el nitrógeno de raíces y tallos hacia las láminas foliares, lo que determina el aumento del número de cloroplastos en las hojas (Cruz 1997).

Trabajos realizados en Nueva Zelanda, destacan la performance del *Lotus uliginosus* (cv. Maku) en sistemas silvopastoriles, por ser una especie razonablemente tolerante a la sombra (Knowles 1991). Un estudio nacional verificó que las especies *Bromus catharticus* y *Cynodon dactylon* presentaron buena adaptación a la sombra, *Paspalum notatum* presentó un comportamiento intermedio y *Juncus* sp. se ubicó preferentemente en la zona de pleno sol (Zarza 2002).

Para asegurar la persistencia y permitir el adecuado desarrollo de la pastura y el mantenimiento de su productividad es fundamental, por lo tanto, la definición de la combinación de especies nativas y exóticas más adaptadas al sombreado. Esta información es todavía deficitaria en el país, más aún en sistemas silvopastoriles explícitamente planeados.

## RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE LOS RUMIANTES AL ESTRÉS CALÓRICO

El ambiente climático es uno de los principales factores que afectan la eficiencia de producción de carne y leche, aspecto relevante considerando las predicciones de aumento en la temperatura global. Esto justifica la creación de proyectos de investigación cuyo objetivo sea desarrollar estrategias para reducir la exposición de los animales al calor, que tiene repercusiones en el bienestar animal (Renaudeau et al. 2012).

La termorregulación es el balance entre la producción y los mecanismos de pérdida de calor para mantener la temperatura corporal relativamente constante. Frente a situaciones de estrés térmico, el animal pone a funcionar mecanismos fisiológicos y comportamentales para mantener su temperatura corporal (Renaudeau et al. 2012; Bernabucci et al. 2010). Una de las formas más efectivas de reducir la producción de calor metabólico es a través de la reducción en la ingesta (Rhoads et al. 2009), que tiene consecuencias directas e indirectas en la producción y la reproducción. El aumento en los mecanismos de pérdida de calor a través del sudor y jadeo, aumentan las pérdidas de electrolitos y conducen a desbalances ácido-base en el animal (Savsani et al. 2015). Estos mecanismos determinan pérdidas en la producción de leche (reducción en la ingesta) y su contenido de grasa (desequilibrio ácido-base (Savsani et al. 2015)). El estrés calórico prolongado disminuye las concentraciones de la hormona de crecimiento, lo que reduce la tasa de crecimiento y consecuentemente la calidad de la carne (Savsani et al. 2015). El impacto negativo del estrés calórico sobre la eficiencia reproductiva de las hembras, está asociado a alteraciones en el crecimiento de los folículos ováricos, la calidad del ovocito y el desarrollo embrionario temprano (Ronchi et al. 2001; Wolfenson et al. 2000). Estas alteraciones se explican por la reducción en las concentraciones de las hormonas luteinizante y esteroideas (estradiol y progesterona), que juegan un rol importante en el mecanismo de reconocimiento materno de la preñez (Diskin et al. 2012). La selección de animales para maximizar el nivel de producción aumenta su sensibilidad al estrés calórico (incremento en la producción de calor metabólico) al que se suma el estrés oxidativo, lo que empeora el funcionamiento de tejidos y órganos (Sordillo & Aitken 2009). El estrés calórico tiene repercusiones negativas en la eficiencia reproductiva de los machos. La producción espermática es altamente sensible a la temperatura y si la misma sobrepasa la capacidad termorreguladora del testículo, provoca infertilidad en el toro por varias semanas después del estrés (Gwazdauskas 1985). La habilidad de los rumiantes de regular su temperatura corporal depende también de las especies (el ovino es más resistente al calor) y de las razas (Marai et al. 2007; Bernabucci et al. 2010). El ganado *Bos indicus* es más resistente al calor que el *Bos taurus*, por su menor tasa metabólica, mayor capacidad de eliminar calor y la presencia de genes que le confieren tolerancia al calor (Hansen 2004). En sistemas que han definido utilizar razas *Bos taurus* y sus cruas, es importante aplicar medidas de mitigación para lograr un adecuado bienestar animal. Las pérdidas productivas provocadas por el estrés calórico son relevantes para el área tropical y también para el área templada (Renaudeau et al. 2012). Sin embargo, en Uruguay, especialmente en los animales destinados a la producción de carne, la problemática del estrés calórico se encuentra subestimada (del Campo 2012). La modificación del microclima, producto de la introducción de los árboles, podría ser una estrategia para mitigar el estrés calórico en los rumiantes.

## **Caracterización del microclima**

Las principales variables climáticas que determinan la ocurrencia de un episodio de estrés calórico son temperatura, la que determina en gran medida la severidad del evento (Shrode et al. 1960) y humedad relativa. Ambas se relacionan en un índice conocido como Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Thom 1959), ampliamente utilizado para caracterizar el ambiente y medir los efectos del estrés térmico, considerándose valores entre 72 -75 como el umbral crítico donde la producción animal comienza a afectarse (Whittier 1993; Amundson et al. 2006; Schüller et al. 2014). A pesar de que en Uruguay no existen cálculos de ITH en áreas con y sin árboles, es probable que sea menor bajo los árboles, considerando los cambios que ocurren para las dos variables utilizadas en su cálculo. Sin embargo, el ITH presenta ciertas limitaciones para una caracterización completa del ambiente térmico. Además de la temperatura y humedad relativa, deben considerarse la radiación solar y la velocidad del viento (Renaudeau et al. 2012). El globo negro, es un instrumento que combina los efectos de la radiación con la temperatura del aire y la velocidad del viento (Bond & Kelly 1955), dando como resultado una medición que tiene en cuenta la radiación (Rovira & Velazco 2012). Los valores térmicos de los globos negros expuestos al sol fueron superiores en un rango de 6 a 9°C respecto a los que permanecieron bajo los montes, siendo la magnitud de la diferencia dependiente de la densidad de los mismos (Munka et al. 2017).

## **Efecto del microclima en la conducta y performance animal**

El efecto negativo del estrés calórico se puede mitigar mediante la disminución de la radiación solar o de la temperatura del aire que rodea al animal. Se ha reportado una disminución de la temperatura corporal en animales con acceso a sombra en ganado para carne y leche (Kendall et al. 2006). Las sombras artificiales son efectivas protegiendo a los animales de la radiación solar pero no alteran la temperatura del aire o la humedad relativa que podrían estimular las rutas de pérdida de calor (West 2003). Los árboles son más efectivos que la sombra artificial ya que brindan protección de la radiación solar combinado con el enfriamiento del aire (Saravia & Cruz 2003). El pastoreo bajo los árboles permite un mayor confort térmico a los animales e impacta en su eficiencia de producción (Simeone et al. 2010; Fedrigo et al. 2017).

Una mejora en el confort térmico, les permite a los animales destinar un mayor porcentaje del tiempo al pastoreo y rumia (Geremia 2016). Las vacas sin acceso a sombra pastorean menos durante los horarios diurnos de mayor temperatura en los meses más cálidos del año (verano y otoño; (Fedrigo et al. 2017) y tienen comidas más cortas (Kendall et al. 2006). Animales sin sombra pastorean más de noche, lo que determina que continúen produciendo calor y no puedan bajar la temperatura corporal (Kendall et al. 2006), haciendo ineficientes los mecanismos de termorregulación. Además, pasan más tiempo de pie, probablemente para incrementar las pérdidas por evaporación, así como alrededor de los bebederos (Muller et al. 1994; Rovira & Velazco 2012). Los estudios de conducta animal en sistemas con árboles son escasos, y requieren de ajustes metodológicos para evaluar sin interferencias, el uso del espacio que realizan los animales en las áreas forestadas (pastoreo bajo el monte, pastoreo en zonas con sombra fuera y debajo del monte).

El efecto positivo de la sombra en la performance animal ha sido demostrado en varios trabajos nacionales y en distintas categorías. En vaquillonas se han observado aumentos en la tasa de ganancia de peso diario de 100 a 200 g, producto de la disponibilidad de sombra durante el verano (Fedrigo et al. 2017; Simeone et al. 2010). Lo mismo ocurre cuando la categoría en estudio son novillos. El peso vivo de

los novillos con acceso a sombra fue 12% superior promedio de 4 años de evaluación (Rovira 2012). En otro trabajo nacional se observó un 14% de aumento en la tasa de ganancia de peso cuando los novillos fueron trasladados a un área con sombra y agua durante las horas de mayor radiación solar, respecto a los que permanecieron en la pastura sin sombra (Beretta, V; Simeone, A.; Bentancur 2013).

Se han reportado reducciones del orden del 20% en la tasa de preñez cuando el ITH es mayor a 70 (Mellado et al. 2013; Schüller et al. 2014), aspecto que puede ser mejorado por la presencia de sombreado. En ganado para carne en sistemas pastoriles, se ha sugerido que un ITH de 73 sería el umbral a partir del cual comienza a afectarse la tasa de concepción, dependiendo del promedio diario de ITH (Amundson et al. 2006; Schüller et al. 2014). A pesar de que el entore del ganado para carne en Uruguay ocurre en los meses de mayores temperaturas y probabilidad de olas de calor, no se ha investigado el impacto de la sombra natural sobre la fertilidad del rodeo.

## **PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN URUGUAY**

La información científica que se ha generado en Uruguay en sistemas silvopastoriles, proviene de sistemas que no fueron explícitamente planeados para explotar la sinergia de todos sus componentes. Por lo tanto, la información existente en la actualidad es insuficiente, tanto en el diseño, especies de árboles utilizadas, arreglos espacio-temporales y estrategias de manejo del sistema (MGAP/CNFR 2012). El tiempo que requieren las rotaciones forestales imposibilita el estudio de muchas combinaciones de especies y arreglos espacio-temporales. Por éste motivo, creemos que la investigación se debe centrar en las principales especies cultivadas en la región, como los géneros *Eucalyptus* y *Pinus* para proveer de madera de calidad, producto fácilmente obtenible en sistemas silvopastoriles (Varella et al. 2016) y comparar dos o tres arreglos espaciales. Esta opción de producir madera de calidad tiene además una alta demanda por parte de productores locales que desean diversificar sus ingresos.

Los cambios que ocurren en las propiedades del suelo, uso del agua y microclima, se han generado en plantaciones de alta densidad, por lo que es necesario determinar si el efecto es igual cuando se plantan árboles con una menor densidad. Con el trascurso del tiempo se han generado estrategias de plantación utilizando laboreo cero, que son menos agresivas para el campo natural, y que probablemente tenga repercusiones de largo plazo en diferentes componentes del sistema.

Uno de los cambios más dramáticos que ocurren en las plantaciones forestales es la intercepción de luz, y su efecto negativo sobre las especies forrajeras que crecen en el sotobosque. A pesar de que la ciencia ha avanzado en la selección de especies más adaptadas al sombreado, todavía no están claras las combinaciones de grupos funcionales que permitirían mejorar los sinergismos de los sistemas silvopastoriles en nuestras condiciones. La mayoría de los cambios que ocurren en las características del suelo y microclima son favorables para el desarrollo de especies forrajeras, particularmente en estaciones cálidas, siempre que estén asociados a un manejo adecuado de la luminosidad.

El estrés calórico tiene un importante impacto negativo sobre el desempeño de hembras en la etapa de recría, y en la preñez de las vacas. Sin embargo no se ha generado información respecto a la utilidad de los sistemas silvopastoriles en la eficiencia reproductiva del rodeo de cría, y su combinación con otras estrategias (uso de antioxidantes) que permitan mitigar los efectos del estrés calórico.

Es importante destacar que la mayoría de los trabajos revisados evalúan componentes separados del sistema, estando ausente la visión integradora que permita destacar las ventajas de estos sistemas en su conjunto apuntando a mejorar el uso de los recursos naturales, la sustentabilidad y el ingreso económico.

## **ESTRATEGIA DE TRABAJO PARA FOMENTAR LA ADOPCIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES**

En trabajos anteriores se ha destacado que la incorporación efectiva de la forestación en los predios ganaderos depende de la convicción de los productores, del estímulo financiero y de que efectivamente genere un nuevo ingreso al predio (Pastorini & Acosta 2011). Una de las mayores dificultades para la adopción de éstos sistemas es que el productor ganadero no tiene conocimiento forestal, y no existen pequeñas empresas o técnicos que puedan brindar éste servicio en las nuevas zonas forestales del país, por lo que la capacitación en éste tipo de sistemas sería muy relevante para permitir su adopción. La opinión de informantes calificados sugiere que la integración ganadería-forestación debe impulsarse desde el estado, siendo necesario levantar restricciones de información, culturales y de investigación (Pastorini & Acosta 2011). Dentro de los apoyos, consideraron los financieros, de la investigación creando predios demostrativos, de difusión, asistencia técnica y capacitación, formación de grupos y trabajo vía instituciones locales para impulsar la integración ganadería-forestación.

Teniendo en cuenta las tres funciones de la Universidad de la República, docencia, investigación y extensión, consideramos que el Polo «Centro de Salud Reproductiva de Rumiantes en Sistemas Agroforestales» tiene un rol muy importante que cumplir en la región noreste. Nuestro objetivo es crear un equipo de trabajo inter-institucional y multidisciplinario para plantear proyectos de investigación que permitan generar la información que falta en el país. La estrategia que utilizaremos para generar esa información y su difusión, es trabajar junto a los productores en sus predios, creando predios demostrativos. En ese proceso, se crearán cursos de capacitación a nivel de grado y posgrado, y se formarán técnicos y estudiantes de grado y posgrado.

## **CONCLUSIONES**

La gran mayoría de los sistemas silvopastoriles que existen en Uruguay, y en los cuales se ha generado información científica, no fueron diseñados específicamente para explotar la sinergia entre sus componentes. A pesar de que en su conjunto, los cambios promovidos por los árboles en las propiedades del suelo, uso del agua, y microclima, podrían considerarse positivas, las mismas son altamente dependientes de la densidad con que se plantan los árboles, y el efecto más dramático que es la intercepción de luz, reduce la persistencia y productividad del campo natural. La baja especialización de estos sistemas, determina que los coeficientes técnicos generados no solamente no superen a los de sistemas de producción ganadera extensiva, sino que basado en su capacidad de carga, los mismos empeoran con el paso del tiempo. Por lo tanto, es necesaria la creación de sistemas silvopastoriles planeados en forma conjunta con los destinatarios de ésta tecnología y otras instituciones de investigación, fomento y desarrollo, para evaluar

los diferentes componentes y sus interacciones en el largo plazo, además de determinar su impacto productivo y económico a nivel predial.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo JL, Ibarburu G (2011) Evaluación del crecimiento de mezclas forrajeras sembradas en montes de *Eucalyptus globulus* ssp *globulus*. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.

Alfaro M (1997) Almacenamiento y fijación de carbono en ecosistemas forestales. *Revista Forestal Centroamericana* 19:9–12

Amundson JL, Mader TL, Rasby RJ, Hu QS (2006) Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. *Journal of Animal Science* 84:3415–3420

Anderson G (1977) Productivity of crops and pastures under trees. In: *Integrating Agriculture and Forestry*. Howes, KMW & Rummery, RA, editors. Bunbury, Australia pp. 58–63.

Anuario OPYPA (2016) Análisis sectorial y cadenas productivas. Temas de políticas. Estudios. 511

Arrarte CP (2000) Impacto de las plantaciones forestales en Uruguay. *Biodiversidad* 15:25–26

Aussenac G, Boulangéat C (1980) Interception des précipitations et évapotranspiration réelle dans des peuplements de feuillus (*Fagus silvatica*) et de résineux (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco). *Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences* 37:91–107

Bahamonde H a., Peri PL, Martínez Pastur G, Lencinas M. V. (2009) Variaciones microclimáticas en bosques primarios y bajo uso silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en dos Clases de Sitio en Patagonia Sur. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Aspectos relacionados al componente forestal arbóreo, forestales 1–7

Baldissera TC, Pontes LDAS, Barro RS, Giostri AF (2014) Phyllochron and leaf lifespan of four C4 forage grasses cultivated in association with trees. *Tropical Grasslands* 2:12–15

Barro RS, Varella AC, Lemaire G, de Medeiros RB, de Saibro JC, Nabinger C, Bangel FV, Carassai IJ (2012) Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41:1589–1597

Beer J, Harvey C, Ibrahim M, Harmand J, Somarriba E, Jiménez F (2003) Funciones de servicio de los sistemas de agroforestería. In: 12° Congreso Forestal Mundial. Quebec, Canadá p. 8.

Beretta, V; Simeone, A.; Bentancur O (2013) Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo/ : efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos Shade Managment Associated to Grazing Restriction/ : Effect on Cattle Behaviour and Summer Performance. *Agrociencia* 17:131–140

Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A (2010) Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 4:1167–1183

Bond TE, Kelly CF (1955) The globe thermometer in agricultural research. *Agricultural engineering* 36:251–260

Bonino L, da Rosa E (2016) Evaluación de la producción de tres mezclas forrajeras bajo un dosel arbóreo de *Pinus taeda*. Facultad de Agronomía. Universidad de la República

Budowski G (1981) Applicability of agroforestry systems. In: *Internacional Workshop on Agroforestry in the African Humid Tropics*. Ibadan. Nigeria p. 12.

Bussoni A, Boscana M, Jolochin G, Romero G (2012) *Agroforestería en Montevideo Rural*. Montevideo

Cabrera G, Rachetti M, Condon R, Olivera B, Artigalás A, Martínez J, Inzaurrealde S, Garrone I, Sánchez A, Bentancor L, Bussoni A, Munka C, Boscana M, Álvarez J, Fernández E (2016) La intergración de forestaciones en predios familiares: resultados de un estudio participativo. Uruguay

Cabrera M, Cal A (2007) Cambios en las propiedades físicas y químicas de los suelos de la Unidad Rivera al pasar de uso pastoril a forestal con *Eucalyptus grandis* Hill ( ex Maiden) y *Pinus taeda* L. Universidad de la República. Facultad de Agronomía

del Campo M (2012) *Sistemas ganaderos responsables con el bienestar animal y la ética de producción*. Serie técn. INIA

Carvalho M (1998) *Arborização de pastagens cultivadas*. Embrapa, Juiz de Fora

Cruz P (1997) Effect of shade on the carbon and nitrogen allocation in a perennial tropical grass , *Dichanthium aristatum*. *Journal of experimental botany* 48:15–24

Cubbage F, Balmelli G, Bussoni A, Noellemeyer E, Pachas AN, Fassola H, Colcombet L, Rossner B, Frey G, Dube F, de Silva ML, Stevenson H, Hamilton J, Hubbard W (2012) Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. *Agroforestry Systems* 86:303–314

Diskin MG, Parr MH, Morris DG (2012) Embryo death in cattle: An update. *Reproduction, Fertility and Development* 24:244–251

FAO (2010) *An international consultation on integrated crop-livestock systems for development. The Way Forward for Sustainable Production*. Rome

FAO (2007) *Secuestro de carbono en tierras áridas*. Rome

FAO (2011) *The State of the World's land and water resources for Food and Agriculture. Managing systems at risk*. London

Farley KA, Jobbágy EG, Jackson RB (2005) Effects of afforestation on water yield: A global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology* 11:1565–1576

Faurie O, Soussana J-F, Sinoquet H (1996) Radiation Interception , Partitioning and Use in Grass – Clover Mixtures. *Annals of Botany* 77:35–45

Fedriego J, Santa Cruz R, Benitez V, Courdin V, Ferreira G, Posse J, Viñoles C (2017) Forraje, temperatura y producción animal en un sistema silvopastoril en Uruguay. In: *Sistemas Silvopastoriles: Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. pp. 130–135.

Feldhake CM, Belesky DP (2009) Photosynthetically active radiation use efficiency of *Dactylis glomerata* and *Schedonorus phoenix* along a hardwood tree-induced light gradient. *Agroforestry Systems* 75:189–196

Forrester D, Elms S, Baker T (2013) Tree growth-competition relationships in thinned Eucalyptus plantations vary with stand structure and site quality. *European Journal of Forest Research* 132:241–252

Furbank RT, Jenkins CLD, Hatch M. (1990) C4 photosynthesis: quantum requirement, C4 acid overcycling and Q-cycle involvement. *Australian Journal of Plant Physiology* 17:1–7

Geremia EV (2016) Estrutura do dossel forrageiro e comportamento ingestivo de novilhas em *Brachiaria brizantha* cv. Piatã sob regimes de sombra em área de integração lavoura-pecuária-floresta. Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’. Universidade de São Paulo

Grantz DA (1990) Plant response to atmospheric humidity. *Plant, Cell and Environment* 13:667–679

Gutiérrez B, F A, Gustamante C, Navas A, Plaza J (1996) Plan de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Sistemas Agroforestales. In: 1er. Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. 6to. Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia.

Gwazdauskas FC (1985) Effects of climate on reproduction in cattle. *Journal of dairy science* 68:1568–78

Hansen PJ (2004) Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Animal Reproduction Science* 82–83:349–360

Hernández J (2010) Evolución de parámetros químicos de suelos bajo forestación: acidez, bases, materia orgánica. In: *Jornadas de Actualización Técnica 10 Años de Investigación en Producción Forestal*. Montevideo, Uruguay pp. 16–19.

Hernández J, del Pino A, Vance ED, Califra Á, Del Giorgio F, Martínez L, González-Barrios P (2016) Eucalyptus and Pinus stand density effects on soil carbon sequestration. *Forest Ecology and Management* 368:28–38

Kendall PE, Nielsen PP, Webster JR, Verkerk GA, Littlejohn RP, Matthews LR (2006) The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science* 103:148–157

Knowles R (1991) New Zealand experience with silvopastoral systems: A review. *Forest Ecology and Management* 45:251–267

Kyrklund B (1990) The potential of forests and forest industry in reducing excess atmospheric carbon dioxide. *Forestry and environment* 163:1–4

Larocca F, Dalla Tea F, Aparicio JL (2004) Técnicas de implantación y manejo de *Eucalyptus grandis* para pequeños y medianos forestadores en Entre Ríos y Corrientes. XIX Jornadas Forestales de Entre Ríos 1–16

Lee R (1978) *Forest Microclimatology*. Columbia University Press

Lewis CE, Burton GW, Monson WG, McCormick WC (1983) Integration of pines and pastures for hay and grazing. *Agroforestry Systems* 2:31–41

Marai IFM, El-Darawany AA, Fadiel A, Abdel-Hafez MAM (2007) Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. *Small Ruminant Research* 71:1–12

Mead DJ (2009) Biophysical interactions in silvopastoral systems: a New Zealand perspective. In: *Ier Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*. pp. 1–7.

Mellado M, Sepulveda E, Meza-Herrera C, Veliz F, Arevalo J, Mellado J, De Santiago A (2013) Effects of heat stress on reproductive efficiency of high yielding Holstein cows in a hot-arid environment. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 26:193–200

MGAP/CNFR (2012) *Adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas agropecuarios del Uruguay*. 240

Muller CJC, Botha JA, Smith WA (1994) Effect of shade on various parameters of Friesian cows in Mediterranean climate in South Africa. 3. Behaviour. *South African Journal of Animal Science* 24:61–66

Munka C (2010) Variación del índice de área foliar y de la evapotranspiración en *Pinus taeda* debido al manejo silvicultural. Facultad de Agronomía. Universidad de la República

Munka C, Bussoni A, Boscana M, Alvarez J, Rachetti M, Cabrera G, Fernandez E (2017) Forestación en predios ganaderos del sur del Uruguay: evaluación del ambiente térmico. In: *Sistemas Silvopastoriles: Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. pp. 147–166.

Nair PKR (1985) Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3:97–128

Nicola G, Silveira F (2010) Cambios en la composición botánica, crecimiento y calidad en las pasturas de campo natural una vez establecido un monte de pinos. Instituto de Gestión Agropecuaria. Universidad Católica del Uruguay

Paseyro J (2015) Más vale especie conocida que otra por conocer. *Revista Forestal* N°11

Pastorini V, Acosta P (2011) Aportes del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca para la integración de la forestación en predios ganaderos. *Anuario OPYPA*

Pérez-Bidegain M, García F, Duran A (2001) Soil use change effect, from pastures to *Eucalyptus* sp., on some soil physical and chemical properties in Uruguay. In: *3rd International Conference on Land Degradation and Meeting of the IUSS Subcommittee C- Soil and Water Conservation*.

Peri PL, Dube F, Varella AC (2016) Silvopastoral Systems in the subtropical and temperature zones of South America: An Overview. In: *Silvopastoral System in Southern South America*. Peri, PL, Dube, F, & Varella, AC, editors. Vol. 11 USA pp. 1–9.

Peri PL, Lucas RJ, Moot DJ (2007) Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. *Agroforestry Systems* 70:63–79

Peri PL, McNeil DL, Moot DJ, Varella AC, Lucas RJ (2002) Net photosynthetic rate of cocksfoot leaves under continuous and fluctuating shade conditions in the field. *Grass and Forage Science* 57:157–170

Perry MEL, Schacht WH, Ruark GA, Brandle JR (2009) Tree canopy effect on grass and grass/legume mixtures in eastern Nebraska. *Agroforestry Systems* 77:23–35

Pezzopane JRM, Bosi C, Nicodemo MLF, Santos PM, da Cruz PG, Parmejiani RS (2015) Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. *Bragantia* 74:110–119

Porfirio-da-Silva V, Medrado MJS, Nicodemo MLF, Dereti RM (2009) Cartilha de arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Embrapa, Colombo

Rao MR, Nair PKR, Ong CK (1998) Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 38:3–50

Ravera GS (2002) Crecimiento de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* en diferentes sitios y en relación al desarrollo radicular en el valle serrano del Arroyo El Soldado, departamento de Lavalleja. Facultad de Agronomía. Universidad de la República

Renaudeau D, Collin A, Yahav S, de Basilio V, Gourdine JL, Collier RJ (2012) Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6:707–728

Rhoads ML, Rhoads RP, VanBaale MJ, Collier RJ, Sanders SR, Weber WJ, Crooker BA, Baumgard LH (2009) Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science* 92:1986–1997

Ronchi B, Stradioli G, Verini Supplizi A, Bernabucci U, Lacetera N, Accorsi PA, Nardone A, Seren E (2001) Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17[ $\beta$ ], LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. *Livestock Production Science* 68:231–241

Rovira P (2012) Principales tendencias registradas en los experimentos. In: *Uso de la sombra en la recría de novillos en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay*. Serie técnica 202. Rovira, P, editor. INIA pp. 77–80.

Rovira P, Velazco J (2012) Condiciones ambientales generadas por distintos tipos de sombra para el ganado. In: *Uso de la sombra en la recría de novillos en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay*. Serie técnica 202. Rovira, P, editor. INIA pp. 31–35.

Sage RF, McKown AD (2006) Is C<sub>4</sub> photosynthesis less phenotypically plastic than C<sub>3</sub> photosynthesis? *Journal of Experimental Botany* 57:303–317

Salton JC, Mercante FM, Tomazi M, Zanatta JA, Concenção G, Silva WM, Retore M (2014) Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 190:70–79

Saravia C, Cruz G (2003) Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. Notas Técnicas v. 50. Facultad de Agronomía

Savsani HH, Padodara RJ, Bhadaniya AR, Kalariya VA, Javia BB, Ghodasara SN, Ribadiya NK (2015) Impact of climate on feeding, production and reproduction of animals-A Review. *Agricultural Reviews* 36:26

Schüller LK, Burfeind O, Heuwieser W (2014) Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. *Theriogenology* 81:1050–1057

Sharrow SH (1999) Silvopastoralism: competition and facilitation between trees, livestock, and improved grass-clover pastures on temperate rainfed lands. In: *Agroforestry in sustainable agricultural systems*. pp. 122–141.

Shrode R, Quazi F, Rupel I (1960) Variation in rectal temperature, respiration rate, and pulse rate of cattle as related to variation in four environmental variables. *Journal of Dairy Science* 43:1235–1244

Silveira ED (2015) Estudio comparativo de la vegetación y cobertura del suelo bajo plantaciones forestales y campo natural. Facultad de Agronomía. Universidad de la República

Silveira L (2011) Efectos de la actividad forestal sobre los recursos suelos y aguas. FPTA N° 32. INIA

Silveira L, Alonso J, Martínez L (2006) Efecto de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en el Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)* 10:75–94

Simeone A, Beretta V, Elizalde JC, Cortazzo D, Viera G (2010) La problemática del verano en la recría y engorde de ganado de carne en condiciones de pastoreo y de corral. In: 12ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC). *Ganadería a pasto, feedlot e Industria Frigorífica: ¿es posible una integración de tipo ganar-ganar en la cadena de la carne?». Simeone, A & Beretta, V, editors. Facultad de Agronomía - EEMAC pp. 56–63.*

Simeone A, Buffa J, Beretta V (2014) Ganadería, agricultura y forestación: cuantificando las sinergias entre rubros para un crecimiento armónico. In: 16ª Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne *Propuestas tecnológicas en ganadería para un país ganadero, agrícola y forestal*. pp. 28–37.

Soares AB, Sartor LR, Adami PF, Varella AC, Fonseca L, Mezzalira JC (2009) Influencia da luminosidade no comportamento de onze especies forrageiras perenes de verno. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:443–451

Solangaarachchi S, Harper J (1987) The effect of canopy filtered light on the growth of white clover *Trifolium repens*. *Oecologia* 71:372–376

Sordillo LM, Aitken SL (2009) Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 128:104–109

Sotomayor Á (1989) Sistemas silvopastorales y su manejo. *Revista Forestal Chile* 42:8

Sotomayor Á, Teuber O (2011) Evaluación del efecto de los árboles manejados bajo ordenación silvopastoral en los parámetros climáticos del sitio, en relación a un manejo ganadero sin árboles. *Ciencia e Investigación forestal* 17:23–40

Sotomayor Á, Teuber O, Moya I (2009) Resultados y experiencias sobre manejo de sistemas silvopastorales en la región de Aysén. In: *Sistemas Agroforestales para la región de Aysén: Cortinas Cortaviento y Silvopastoreo*. Teuber, O, editor. Instituto de Investigaciones Agropecuarias e Instituto Forestal., Coyhaique, Chile. pp. 165–199.

von Stackelberg N, Chescheir G, Skaggs R, Amatya D (2007) Simulation of the hydrologic effects of afforestation in the Tacuarembó River Basin, Uruguay. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 50:455–468

Stadmuller T (1994) Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales. Medidas para mitigarlo. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales N° 10. Informe técnico N° 246

Tamosiunas M (2015) La integración productiva de árboles y ganado en predios familiares: la visión del productor. *Agrociencia* 19:150–157

Thom EC (1959) The Discomfort Index. *Weatherwise* 12:57–61

Torres A, Casella M, Cedres A, Munka C, Pastorini V, Posse J (1995) Diagnóstico de sistemas agroforestales del Uruguay. *Notas Técnicas v. 40*. Facultad de Agronomía

Uruguay XXI (2016) Informe del sector forestal en Uruguay. Inteligencia competitiva. Uruguay XXI. Promoción de inversiones y exportaciones 26

Varella AC (2012) Características do ambiente luminoso em sistemas silvipastoris e recomendações para o manejo do componente forrageiro nas condições do sul do Brasil. In: *Florestas e a sustentabilidade. Florestas e a sustentabilidade. Congresso florestal estadual do rio grande do sul, 11.;* Seminário Mercosul da cadeia madeira, 2., Nova Prata pp. 1–18.

Varella AC, Barro RS, Silva JLS da, Silva VP- (2016) Silvopastoral Systems in the Cold Zone of Brazil. In: *Silvopastoral Systems in Southern South*. pp. 231–255.

Varella AC, Porfirio V, Ribaski J, Soares AB, Moraes H, Moraes A, Saibro JC de, Barro RS (2012) Estabelecimento De Plantas Forrageiras Em Sistemas De Integração Floresta- Pecuária No Sul Do Brasil. In: *Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-brasileira*. Bagé pp. 435–460.

Varella AC, Porfirio da Silva V, Soares AB, Moraes A, Morais H, de Saibro JC, Barro RS (2009) Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: *Forrageiras para a integração lavoura-pecuaria-floresta na regioao sul do Brasil*. pp. 435–460.

Villalba J (2011) Control de malezas en Eucalyptus spp. In: *Jornada Técnica de Protección Forestal*. INIA Tacuarembó, editor. pp. 1–8.

Wang Z, Pote J, Huang B (2003) Responses of Cytokinins, Antioxidant Enzymes, and Lipid Peroxidation in Shoots of Creeping Bentgrass to High Root-zone Temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128:648–655

Watson VH, Pearson HA, Knight WE, Hagedorn C (1984) Cool season forages for use in Pine forests. In: *Agroforestry in the Southern United States*. 33 rd annual Forestry Symposium. Linnartz, N & Johnson, M, editors. Louisiana, USA pp. 79–88.

West JW (2003) Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of dairy science* 86:2131–44

Whittier J (1993) Hot Weather Livestock Stress. 1–4

Wolfenson D, Roth Z, Meidan R (2000) Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects. *Animal Reproduction Science* 60–61:535–547

Zarza R (2002) Efectos de la sombra sobre la composición botánica de pasturas naturales en areniscas de Tacuarembó. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica

# APORTES DE INIA A LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTEGRADOS

J.M. Soares de Lima<sup>1</sup>, R. Scoz<sup>1</sup>.

## RESUMEN

Este artículo se basa en resultados preliminares resultantes de un proyecto exploratorio realizado por INIA sobre silvopastoreo en Uruguay, donde se intentó caracterizar algunas experiencias nacionales y establecer una serie de potenciales «clusters» productivos, básicamente diferenciados por región, especie forestal predominante, destino del producto y otros.

Se estableció un modelo productivo adaptado al este del país, basado en *Eucalyptus globulus* con destino a pulpa de celulosa y densidad relativamente alta.

Un segundo modelo o cluster para el centro y litoral sur del país, con distribución en filas estrechas y callejones. El destino productivo sería la pulpa de celulosa.

Un tercer modelo se propone para la zona norte, con destino a producción de madera de calidad y por ende con turnos más largos. Se plantea una distribución regular de plantas, a baja densidad y con raleos posteriores. La especie sería *Eucalyptus grandis* por su adaptación a esa región.

La escasa información experimental existente en muchos aspectos de estos complejos sistemas, no permiten asegurar el completo éxito productivo, en lo que refiere a la llegada de luz al tapiz herbáceo durante toda la duración del ciclo forestal. En algunos casos como el cluster del este o el del centro, con distribución de plantas en callejones, existe una mayor probabilidad de mantener una carga ganadera razonable durante varios años.

A pesar de ser sistemas promisorios en el aspecto productivo, no existen referencias de cosechas comerciales, por lo cual resulta una incógnita si una empresa accedería a cosechar este tipo de montes y si lo hiciera, qué precios podría pagar en función de la necesidad de cubrir los mayores costos de cosecha y logística. Aspectos como los precios internacionales de la madera, la demanda de materia prima, la distancia a la planta, la especie forestal, la infraestructura circundante, o la existencia de políticas públicas de apoyo, serán los determinantes de la viabilidad económica de estos sistemas.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Tacuarembó. Ruta 5 Km 386

## INTRODUCCIÓN

La ganadería es la principal actividad agropecuaria del país, ocupando alrededor del 80% del área nacional. A pesar de esta superioridad en área del rubro, sectores como la agricultura y la forestación, han avanzado y continúan haciéndolo en los últimos años. Si bien promedialmente las rentas ofrecidas por estas actividades usualmente han sido superiores al ingreso resultante de la actividad pecuaria, la cultura ganadera y el beneficio que representa la incorporación de pasturas dentro de las rotaciones agrícolas, determinan la conveniencia de desarrollar sistemas agrícola - ganaderos en estas regiones. En lo que respecta a la forestación, en general se plantea como un sistema aislado, donde el pastoreo con animales se realiza en zonas donde no se plantan árboles (vías de drenaje, zonas de mucha pendiente, suelos superficiales, zonas anegables) donde la ganadería presta un servicio de limpieza, evitando pastizales que determinan alto riesgo de incendio. Las experiencias como sistemas integrados son mucho menores, por lo que se considera de gran relevancia avanzar en este tema.

En general, los sistemas silvopastoriles pueden proveer ingresos económicos a la vez que crean un sistema sostenible con muchos beneficios ambientales.

Muchos autores han destacado los beneficios de los sistemas agroforestales. Budowski (1981; citado por Casella, et al., 1993), menciona las siguientes ventajas desde el punto de vista biológico:

- la utilización del espacio en sentido vertical es más eficiente y hasta cierto punto simula modelos ecológicos naturales en forma y estructura.
- la diversidad de especies vegetales y su ordenación puede ser menos favorable a la proliferación de organismos patógenos perjudiciales.
- se integra al sistema una mayor cantidad de energía solar, al existir un mayor aprovechamiento de la misma por parte de los distintos estratos del sistema.
- se reduce la incidencia de malezas al disminuir la intensidad de radiación solar que llega al suelo y debido al efecto mulching del mantillo.
- disminuye la variación en temperatura ambiente en los espacios cercanos al suelo, en beneficio del componente herbáceo y el ganado.
- se reduce la velocidad de descomposición de la materia orgánica, por disminución de las temperaturas máximas.
- se incorporan al suelo mayores cantidades de materia orgánica bajo forma de follaje, ramas, flores y frutos; se reduce la evaporación directa y la necesidad de laboreo se ve disminuida o eliminada.
- muchos árboles están más capacitados para extraer nutrientes del suelo, gracias a asociaciones micorríticas y algunos fijan nitrógeno atmosférico.
- existe una mayor eficiencia en el reciclaje de nutrientes por las extensas raíces de los árboles. Se reduce la pérdida de nutrientes por erosión o lixiviación, mejora la porosidad y la formación de agregados estables del suelo.

Este artículo se basa en un proyecto realizado por INIA sobre silvopastoreo en Uruguay, trabajo exploratorio donde se intentó caracterizar algunas experiencias nacionales, estableciendo una serie de «clusters» diferenciados por región, especie forestal predominante, destino del producto.

Si bien las virtudes del silvopastoreo han determinado resultados productivos y económicos promisorios en otros países, en Uruguay existe escasa o nula información de los beneficios de su aplicación desde el punto de vista económico y poca información sobre la productividad de estos sistemas, excepto algunos trabajos de tesis (Casella et al., 1993) y algunos trabajos de investigación (Olmos et al., 2011).

En la medida en que los sistemas silvopastoriles involucran tres componentes (forestal – pastura – animal) y las interrelaciones entre ellos, existen muchas combinaciones de alternativas de producción en lo que se refiere a especies y/o combinación de especies (de árboles, forrajeras y animales), densidades de plantación (de árboles y pasturas), épocas de utilización. Esta complejidad asociada a la larga duración de los ciclos donde intervienen especies arbóreas, hace literalmente imposible plantearse ensayos abarcando todas estas combinaciones.

## **ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO SILVOPASTOREO**

1. Revisión de Antecedentes bibliográficos
2. Asistencia a congresos y eventos
  - a. Congreso Silvopastoril Santiago del Estero (2012)
3. Giras técnicas
  - a. Gira Productores Centro-Sur y Este del país
  - b. Gira productores del Noreste
  - c. Gira Productores CREA Centro del país
4. Visitas Técnicas
  - a. Visita Facultad de Agronomía (Bdo. de Medina)
  - b. Visita ensayo Weyerhaeuser Fraile Muerto
  - c. Visita Embrapa Bagé (Brasil)
  - d. Visita Ensayo Cuencas Pareadas «La Corona» (Weyerhaeuser)
5. Entrevistas con referentes empresas forestales
  - a. Weyerhaeuser
  - b. Montes del Plata

- c. UPM
- 6. Consultoría Referentes Internacionales
  - a. Pablo Peri (INTA Bariloche)
  - b. Jorge Esquivel (AACREA) y Cristina Goldfarb (INTA Corrientes)
- 7. Actividad Divulgación
  - a. Agro en Foco Silvopastoreo
  - b. VIII Congreso Agroforestal Internacional, III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles
- 8. Desarrollo de productos para análisis económico
  - a. Planilla Excel para estimación de ingresos en sistema silvopastoril

## **CONSIDERACIONES GENERALES RESULTANTES DEL PROYECTO**

### **PROPUESTA DE REGIONALIZACIÓN**

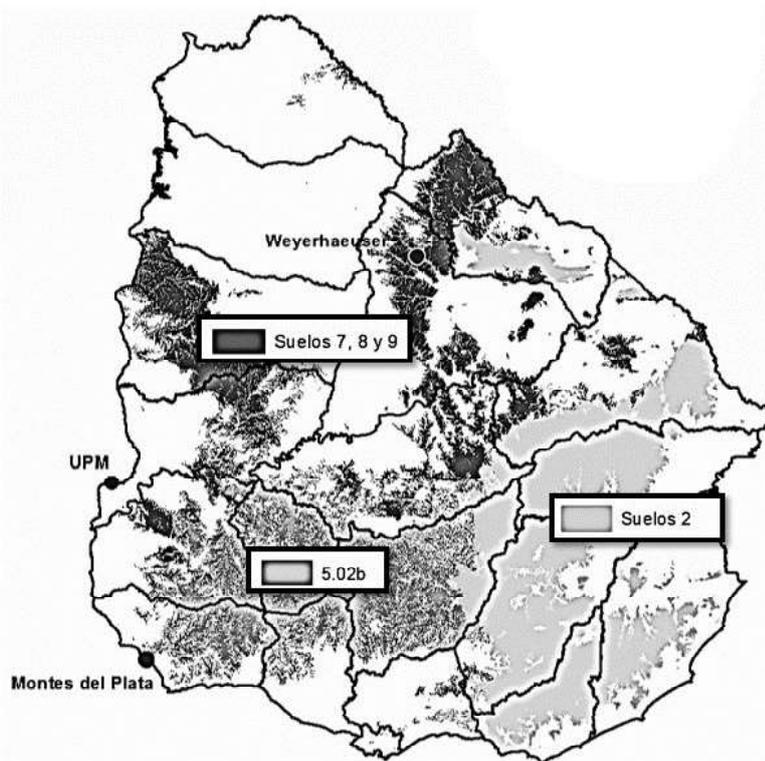
Producto de las numerosas actividades llevadas a cabo en el marco del proyecto listadas en el apartado anterior, se propone una regionalización a los efectos de distinguir posibles sistemas silvopastoriles. Esta regionalización propuesta responde a importantes diferencias en varios aspectos que ameritan su tratamiento diferencial, las cuales se detallan a continuación:

- a) Región agroecológica
- b) Tipo de suelo
- c) Especie forestal adaptada
- d) Destino del principal producto maderable
- e) Distancia a industrias procesadoras

En función de estos criterios, se presenta en el cuadro 1 las principales características de tres zonas del país, las cuales se corresponden a tres agroecosistemas silvopastoriles claramente diferenciados y un mapa con los tipos de suelos asociados y su distribución geográfica (figura 1).

**Cuadro 1.** Agroecosistemas diferenciados y características que los definen.

	Forestal	Cuadro 2a	Cuadro 2b
Paquetes agroecológicos	Suelos, alta densidad de árboles	Extensivos	Intensivos
Tipo de suelo	Ustrosol (Casta)	Andisol (5.02b)	Ustrosol (Casta) 7, 8 y 9
Especies forestales dominantes	<i>E. glutinosa</i>	<i>E. maculata</i> , <i>E. alberti</i>	<i>E. glutinosa</i>
Destino del principal producto maderable	Polpa de celulosa	Polpa de celulosa	Materia prima
Número parcelas por hectárea	Casta	Extensivos Intensivos	Casta



**Figura 1.** Localización de los grupos de suelos dominantes de los tres agroecosistemas diferenciados y principales industrias procesadoras

A continuación se detallan las características más importantes de los tres agroecosistemas o «ambientes» de producción planteados. Debe tenerse en cuenta que esta regionalización se basa en parte en la actual existencia de sistemas silvopastoriles ya establecidos y en parte a lo que se ha visualizado como oportunidades de desarrollo de nuevos sistemas, basados en los criterios planteados. A excepción del norte, donde no hay experiencias instaladas pero se propone este sistema como una oportunidad a evaluar.

Asimismo, se plantean algunas propuestas de investigación enmarcadas en esta misma regionalización.

### **Zona influencia marítima (sureste)**

Como se presenta en la cuadro 1, este agroecosistema está determinado por su ubicación geográfica a una distancia no mayor a 150 km de la franja costera, asociado a suelos sobre zonas de sierras o colinas con pendientes de hasta un 12%, según la descripción de suelos CONEAT. En estas condiciones agroecológicas una especie forestal muy adaptada es el *E. globulus ssp. globulus*, una de las especies de mejor rendimiento y calidad de fibra corta resultante en el proceso de obtención de pulpa de celulosa. Asociado a su alta calidad pulpable, esta especie ofrece condiciones inmejorables para su uso en sistemas silvopastoriles, puesto que posee una copa de escaso diámetro y follaje en relación a otras especies como el *E. grandis* (Figura 2). Se pudieron visitar algunas plantaciones con densidades del orden de 1000 plantas/ha con mínimo sombreado y por ende, con una producción de forraje casi inalterada.



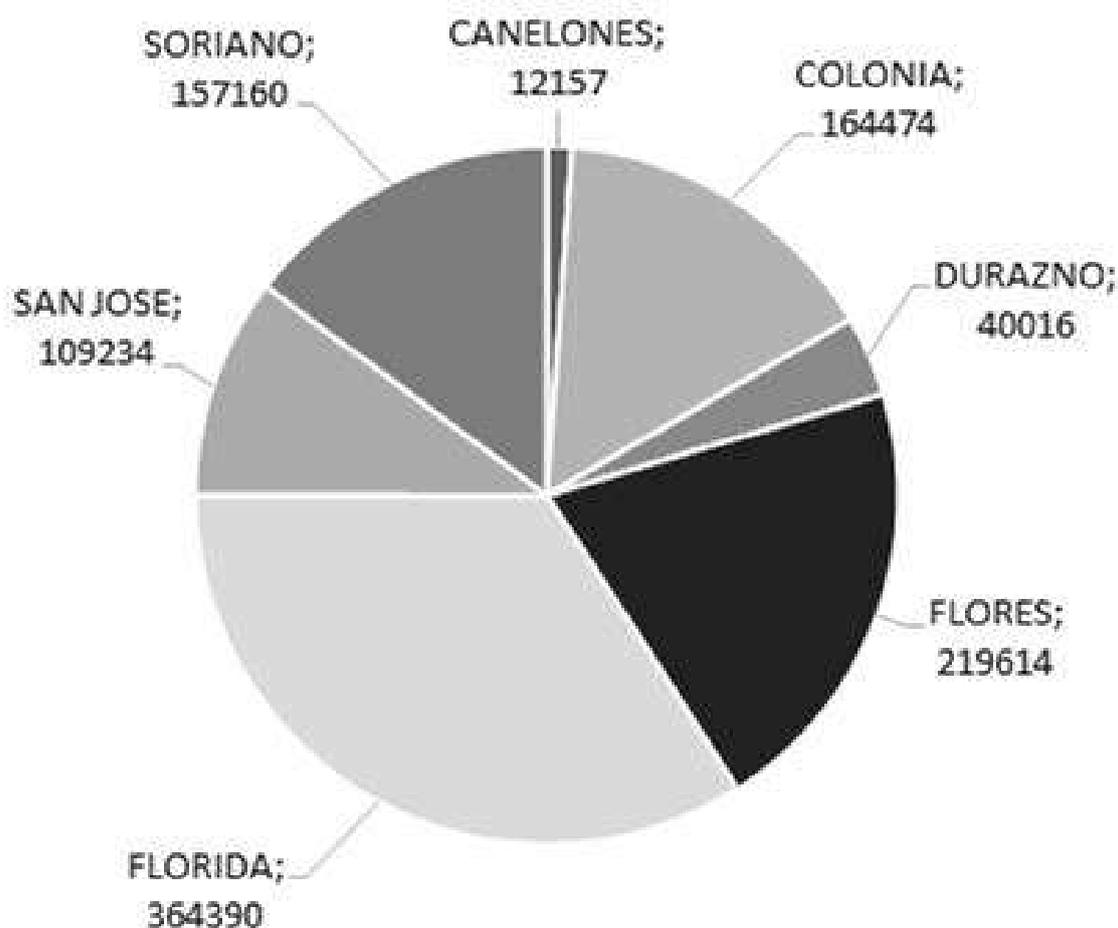
**Figura 2.** Plantación de 4 años de *E. globulus ssp. globulus* a una densidad de 1000 pl/ha (8x2x2). Nótese la presencia del tapiz aún en la entrefila de 2m.

Como contracara esta especie ha sido muy afectada por ataques de *Teratosphaeria* (*Mycosphaerella*) *nubilosa*, con lo cual se han reducido fuertemente las nuevas plantaciones con esta especie dada su susceptibilidad a esta enfermedad. El INIA trabaja actualmente en una línea de mejoramiento genética específica para este tema.

Por esta misma razón, no se proponen líneas de investigación que propicien sistemas con esta especie, debido al alto riesgo de pérdidas productivas a la que se exponen las nuevas plantaciones.

### **Zona centro-sur**

Este agroecosistema tal como se lo ha definido, se lo caracteriza por asentarse potencialmente sobre un tipo de suelos particular: los suelos 5.02b correspondientes a la unidad San Gabriel-Guaycurú en la carta a escala 1:1.000.000. Este grupo ocupa más de 1 millón de ha en todo el país (Figura 3), existiendo algunos departamentos como Flores donde representa el 42% del área total.



**Figura 3.** Superficie en cada departamento ocupada por suelos 5.02b

Las experiencias visitadas en este tipo de región agroecológica, corresponden a emprendimientos privados realizados por varios integrantes de un grupo de productores CREA. Son productores ganaderos, quienes realizaron una importante inversión inicial, utilizando espaciamientos que apunten a beneficiar en lo posible la llegada de luz al tapiz y por ende el mantenimiento del forraje y la carga ganadera, apostando a lograr un ingreso interesante alrededor de los 10 años desde la plantación. El principal objetivo mencionado es el de la diversificación de ingresos pero bajo un sistema que no elimine el tapiz vegetal, aunque también con motivos de propiciar un mayor confort de los animales (sombra y abrigo). Por la ubicación geográfica y la distancia a plantas procesadoras, el objetivo de estos montes es el de producción de madera para pulpa. Las distribuciones espaciales elegidas apuntan a no reducir la carga animal del sistema o reducirla lo menos posible, bajo el entendido que se consideran productores ganaderos, por lo cual las características del monte deben adecuarse a este propósito y no a la inversa. En contraparte, se deberían considerar costos incrementales de cosecha forestal por unidad de área bajo esta modalidad.

Algunos de los productores han utilizado inicialmente distribuciones regulares (4 x 3,5m; 6 x 2,5m) pero en general tienden a adoptar un modelo de líneas apareadas, donde se concentran plantas en 2 ó 3 filas y luego un callejón de entre 15 y 20m (Figura 4).



**Figura 4.** Plantación de 1 año de *E. dunnii* a una densidad de 625 pl/ha y una distribución de 2 x 2 (3 filas) y un callejón de 20m.

Las especies utilizadas en estos sistemas son *E. maidenii* y *E. dunnii*.

En la mayoría de los casos la pastura presente es el campo natural, aunque uno de los productores realizó las plantaciones sobre mejoramientos de *Lotus subbiflorus* y *L. pedunculatus*.

Si bien estas son plantaciones jóvenes (entre 1 y 5 años al momento de las giras), los productores sostienen que estos formatos y densidades de plantación no han reducido la carga de los potreros, al menos en forma evidente. Se considera de especial interés realizar estimaciones comparativas para determinar la reducción progresiva del soporte de carga de estos sistemas bajo diferentes densidades, formatos de plantación y especie forestal implantada.

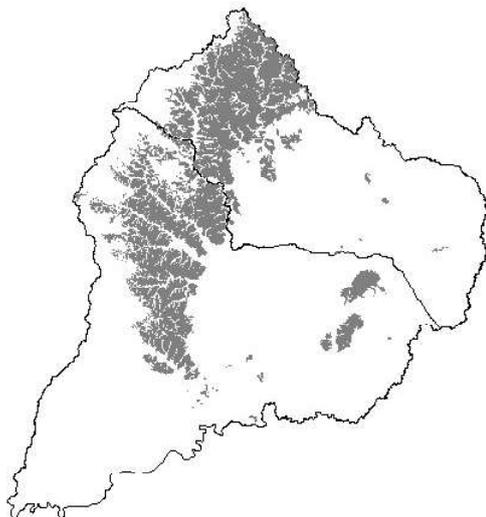
Asimismo, estos productores destacan un mantenimiento de la calidad de la pastura bajo los montes durante el período estival; sostienen que mientras fuera del monte las altas temperaturas y la incidencia directa del sol reducen drásticamente la calidad de la pastura, bajo el monte el aspecto del campo es más verde durante gran parte del verano. Si bien éstas son impresiones subjetivas, la verificación de esta hipótesis podría suponer que en cierta forma la reducción de la producción de forraje por sombreado, especialmente en el período invernal, podría ser parcialmente compensada por una mayor cantidad y calidad en el período estival al conservarse un mayor nivel de humedad en el suelo.

Si bien existen interrogantes en lo que refiere al proceso espacial y temporal de sombreado del tapiz en estos sistemas, los marcos de plantación que utilizan líneas cercanas con callejones, permiten asegurar que nunca habrá un sombreado total dentro del callejón, al dimensionar éstos entre 15 y 20 m.

### **Zona norte**

Esta zona es de las más desarrolladas desde el punto de vista forestal, con un área muy importante de plantaciones que datan de los años 90'. En general se trata de plantaciones de pinos y eucaliptos con destino a madera para chipeado y aserrío, productos que son procesados por plantas ubicadas en la región.

Las plantaciones existentes en los departamentos de Tacuarembó/Rivera, se asientan sobre suelos arenosos, correspondientes a los grupos 7 de la carta de suelos 1:1.000.000 (figura 5)



**Figura 5.** Ubicación de suelos 7 en los departamentos de Tacuarembó y Rivera

Si bien en esta región existen muy pocos emprendimientos silvopastoriles, se ha identificado interés por algunos productores en explorar opciones que impliquen la plantación de especies forestales a bajas densidades en predios ganaderos.

La necesidad de generar un producto de alta calidad para este destino, apostando relativamente más al desarrollo de la planta en lugar de a la producción de madera por unidad de superficie como en sistemas de producción de pulpa, determina la necesidad de pensar en sistemas con una distribución espacial regular, apostando a una baja competencia y a la obtención de un producto de mayor diámetro y reducida conicidad. Bajo este supuesto, es bastante incierta la densidad a utilizar debido a la alta capacidad del grandis de incrementar su tamaño de copa y capacidad de intercepción de luz (Harris 2007). Se plantea la necesidad de plantear líneas de investigación tendientes a contestar estas interrogantes y, puntualmente, a ajustar un modelo de sombreado de esta especie asociado a la densidad y distribución espacial a lo largo del tiempo.

Se podría pensar en un modelo ajustado a productores ganaderos de areniscas, con plantaciones de muy baja densidad (100-200 plantas) y turnos largos (16-20 años), que pudieran aportar madera de muy alta calidad a empresas establecidas, completando cupos en nichos de mercado de alta calidad a los cuales la empresa accede parcialmente.

## PROPUESTAS DE TRABAJO PARA ATENDER LIMITANTES Y/O OPORTUNIDADES VISUALIZADAS

A modo de resumen, existe una combinación de situaciones definidas por la zona agroecológica/especie dominante por un lado y la modalidad de comercialización maderera por el otro. A grandes rasgos esto determina tres situaciones bien contrastantes en lo que respecta al potencial de desarrollo de esquemas silvopastoriles:

Situación	Limitantes/Oportunidades	Modalidad de Comercialización	Potencial de Desarrollo
Situación 1	Limitante: Alta humedad relativa y alta pluviosidad. Oportunidad: Disponibilidad de mano de obra calificada.	Comercialización directa al consumidor.	Alto potencial de desarrollo de esquemas silvopastoriles.
Situación 2	Limitante: Baja humedad relativa y baja pluviosidad. Oportunidad: Disponibilidad de mano de obra calificada.	Comercialización a través de intermediarios.	Medio potencial de desarrollo de esquemas silvopastoriles.
Situación 3	Limitante: Alta humedad relativa y alta pluviosidad. Oportunidad: Disponibilidad de mano de obra calificada.	Comercialización a través de intermediarios.	Bajo potencial de desarrollo de esquemas silvopastoriles.

## REFLEXIONES FINALES

### Desde el punto de vista productivo

- Existen modelos, como el propuesto en el este con *Eucalyptus globulus*, que no plantean demasiada incertidumbre productiva, excepto claro está, desde el punto de vista sanitario. Es una especie

de copa estrecha y reducido follaje, por lo cual el sombreado es bajo, aun cuando el monte es plantado en forma regular y a una densidad relativamente alta.

- La distribución de plantas en filas cercanas y callejones amplios, permitirían evitar el sombreado en una proporción importante del área, aunque se utilizan especies de copa más frondosa
- Cuando el objetivo es la producción de madera de calidad, se necesita una distribución regular, por lo cual el modelo resulta más complejo y es altamente probable que, aun manejando una baja densidad de plantas, la especie forestal sombree el suelo luego de unos años, especialmente si la especie es *E. grandis*.

### **Desde el punto de vista económico**

- Simulaciones considerando precios brindados por la industria (en condiciones de forestaciones estándar) permiten estimar ingresos más que interesante al fin del turno (10-15 años). Sin embargo, es muy importante dejar claro que **NO EXISTEN** referencias o incluso experiencias aunque sean excepcionales de cosechas en sistemas silvopastoriles. Con esto nos referimos a sistemas con densidades reducidas o distribuciones en callejones. Es una incógnita si una empresa accedería a cosechar este tipo de montes y si lo hiciera, qué precios podría pagar en función de tener que desembolsar costos de cosecha sensiblemente (o no) mayores. Seguramente este aspecto dependa fuertemente de los precios internacionales de la madera, la demanda instantánea de la materia prima, la distancia a la planta, la especie forestal, la infraestructura circundante.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Casella, M., Cedres, A., Munka, C., Pastorini, V. y Posse, J. 1993. Diagnóstico de Sistemas Agroforestales del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

Harris, F., 2007. The effect of competition on stand, tree, and wood growth and structure in subtropical *Eucalyptus grandis* plantations. PhD Thesis. Southern Cross University

Olmos, F; Sosa, M; Balmelli, G; Perez Gomar, E. 2011. Sistemas Agroforestales, Boletín de Divulgación N° 100, INIA Tacuarembó

# CONTRIBUCIÓN DE ÁREAS FORESTALES EN EL BALANCE DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE SISTEMAS GANADEROS EXTENSIVOS EN URUGUAY

G. Becoña<sup>1</sup>

## RESUMEN

En los últimos años, la preocupación internacional por las consecuencias adversas del cambio climático ha crecido y se le atribuye una gran responsabilidad al aumento de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido, el informe de Gerber et al. (2013) relaciona a la producción animal mundial como un gran contribuyente al cambio climático, representando el 14,5% de las emisiones antropogénicas de GEI, siendo el vacuno de carne responsable del 65% de las emisiones dentro de este sector. Sin embargo, se reconoce que el Sector Agropecuario-Forestal-Usos de la tierra (AFOLU) es capaz de generar soluciones tanto a través de la reducción de las emisiones relativas (por unidad de producto), como también, y más importante aún, produciendo reducción de las emisiones absolutas a través del secuestro de carbono. Así, la producción ganadera implementando la incorporación de áreas forestales (sistemas silvopastoriles, montes de sobra y abrigo o bosque comercial) puede generar reducción de sus emisiones de GEI de los sistemas y mejorar el balance dentro de estos. A través de la cuantificación de la capacidad de secuestro de CO<sub>2</sub> de modelos silvopastoriles (SP) o bosques comerciales (BC), se estimó que para compensar la totalidad de las emisiones de GEI de un sistema ganadero criador es necesario una superficie de 0,44 a 0,59 hectáreas (SP) y 0,23 a 0,31 hectáreas (BC), y en un sistema ciclo completo 0,52 há (SP) y 0,27 há (BC). Esto indica que es posible mitigar las emisiones de GEI en sistemas ganaderos, e incluso lograr la neutralidad de la producción cárnica, quedando pendiente y bajo análisis como viabilizar las propuestas entre los productores.

## INTRODUCCIÓN

Los impactos ambientales de los sistemas ganaderos, desde hace más de una década, se han convertido en una cuestión fundamental de debate público y científico a nivel mundial. Principalmente, por su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y su impacto sobre el cambio climático, y recientemente por el rol y la calidad de los servicios que prestan a la sociedad y su relación con la seguridad alimentaria.

---

<sup>1</sup> Instituto Plan Agropecuario, Bv. Artigas 3802, Montevideo, Uruguay.

En este sentido, tomando en cuenta la proyección de incremento de la población mundial, la producción ganadera y en particular la vacuna tiene un rol muy importante para proveer alimentación sostenible a la humanidad. Para cumplir con estos requerimientos, el crecimiento del sector debe abordar simultáneamente desafíos ambientales, sociales y económicos. Dentro de estos, actualmente el tema que despierta un mayor interés y debate internacional, refiere al uso de los recursos naturales, bajo el enunciado de que una producción más eficiente realizará una mayor contribución a la mitigación del cambio climático y un menor impacto ambiental.

En Uruguay, los sistemas ganaderos históricamente se han caracterizado por un sistema extensivo de producción, donde la vegetación natural es la base de producción de alimentos acompañando la demanda de los animales con el ciclo de las pasturas naturales. Por otro lado, se trata de sistemas con una baja utilización de energía fósil e incorporación de insumos al sistema (suplementos, fertilizantes), salvo en etapas de engorde donde existe mayor incorporación de tecnologías con el objetivo de reducir los tiempos de terminación. Esto determina en términos de emisiones de GEI, que las emisiones de CO<sub>2</sub> son poco relevantes comparado con el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O en un sistema ganadero, las cuales representan aproximadamente 65% y 30% respectivamente (Becoña et al., 2013). Las mismas provienen de diferentes fuentes: emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de la fermentación entérica del ganado bovino y ovino, emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O del manejo del estiércol, emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes del manejo del suelo y fertilizantes, emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la utilización de combustibles fósiles debido al uso de maquinaria y emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los cambios de uso de la tierra y deforestación.

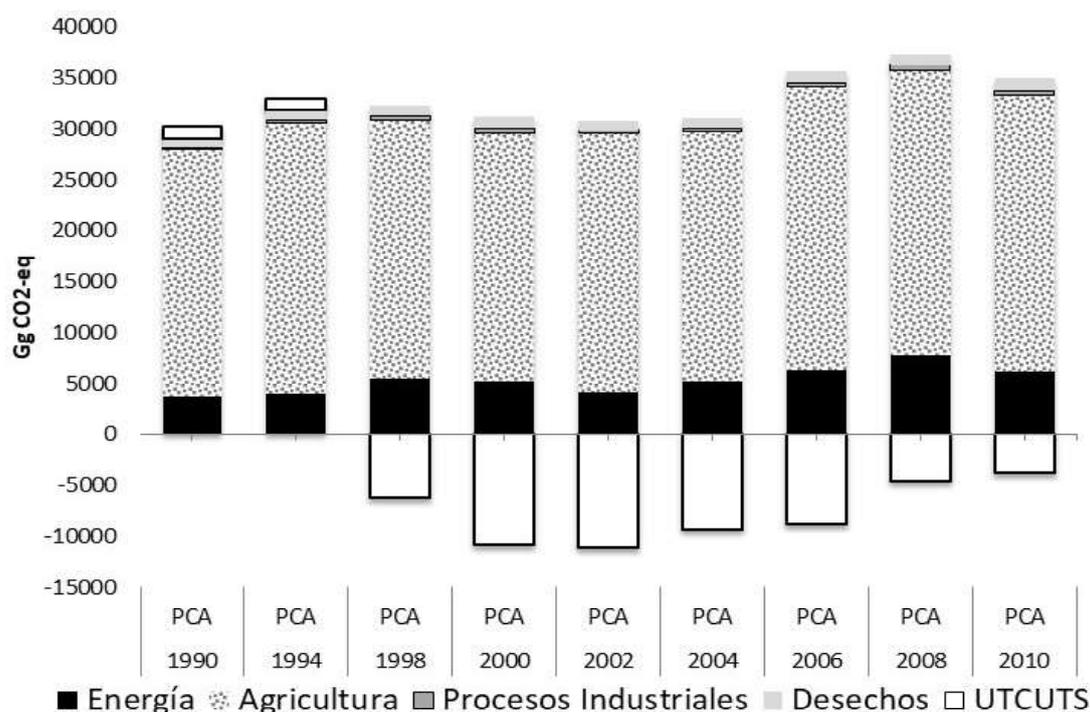
En virtud de este escenario la estrategia para la producción de carne baja en emisiones implica, por un lado, medidas que aumenten la eficiencia del sistema de manera que aumentando la productividad se reduzcan las emisiones relativas por kilogramo de producto o su huella de carbono (HC) y por otro analizar medidas que disminuyan las emisiones brutas de GEI del sistema.

En relación a la reducción de las **emisiones relativas** se trata de disminuir la intensidad de las mismas a través de mejoras en la producción a una misma utilización de recursos u a través de incorporación de tecnologías. Es posible en sistemas de cría con ajustes de carga, reducir hasta un 28% la HC incrementando a su vez 36% la tasa de destete y 22% la producción de carne o, a través del aumento del área de mejoramientos con leguminosas reducir un 23% su HC, reduciendo la edad del primer entore y aumentando la tasa de destete (Becoña et al., 2014). En sistemas de invernada, Modernel y colaboradores, a través que mejoras nutricionales han observado que al mejoran la eficiencia de conversión de alimento en producto reducen la intensidad de las emisiones en sistemas de invernada vacuna contrastantes: campo natural, pasturas sembradas y concentrados (feedlot) registraron emisiones de 19,3, 12,6 y 5,7 kg CO<sub>2</sub>-eq.kg PV<sup>-1</sup> respectivamente (Modernel et al, 2013).

Para la reducción de las **emisiones brutas** en sistemas ganaderos las alternativas son atribuibles a la fijación de carbono en el suelo o aumento de biomasa forestal. La captura de carbono en el suelo es una alternativa posible, sin embargo en la mayoría de los modelos de investigación de estimación en la producción agropecuaria asumen que los sistemas están en condiciones de equilibrio por lo que no hay un flujo de carbono orgánico del suelo. Si bien en suelos degradados existe capacidad de fijar carbono, la diversidad de situaciones posibles determina que no haya información nacional precisa en cuanto a la capacidad de secuestro de carbono en pastizales naturales. Sin embargo, la captura de carbono en biomasa forestal es una alternativa viable y cuantificable para compensar las emisiones del sistema de producción cárnica.

Esta se puede desarrollar en diferentes marcos y densidades de plantación (árboles por hectárea), a través de sistemas silvopastoriles, bosques de abrigo y sombra y bosques de producción (dentro o fuera del sistema ganadero).

En Uruguay, la biomasa forestal ha contribuido con la fijación de CO<sub>2</sub> en magnitudes importantes, la cuales se demuestran en los inventarios nacionales de GEI que el país reporta por sectores ante el CMNUCC<sup>1</sup> (Figura 1) (MVOTMA, 2016).



**Figura 1** - Evolución de las emisiones nacionales por sector en base al Potencial de Calentamiento Global (PCA) en un horizonte de 100 años en la serie 1990-2010 (UTCUTS= uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura).

Sin embargo, se observa fluctuaciones importantes entre años debido fundamentalmente a un proceso de incremento del área forestal comercial desde el año 1998, seguida por una tendencia decreciente a partir del 2008 a medida que se incrementa la tala, y estimándose que en el devenir de los años es probable que se vaya aproximando al equilibrio entre el crecimiento de biomasa y lo que es cortado anualmente.

## MODELOS FORESTALES PARA LA COMPENSACIÓN DE EMISIONES

Actualmente existe escasa información de la contribución de la captura de carbono en biomasa forestal como alternativa para compensar las emisiones del sistema de producción ganadera y/o medición acumulativa de secuestro a largo plazo.

<sup>1</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Si existen proyectos elaborados a nivel nacional<sup>1</sup>, aprobados y verificados<sup>2</sup> y registrados en el mercado voluntario de carbono, estos son: el proyecto silvopastoril (SP) «Los Eucaliptus S.A.» (Iberpapel) sobre 4691has., y el proyecto «Guanaré» sobre una superficie total de 21.298has. En el caso del modelo SP fue plantado manualmente con 1.100 plántulas por hectárea con distancia entre líneas de 6m (50 a 60% del área total) con *Eucalyptus globulus*, con tala rasa a los 10-20 años de la plantación. Para el bosque comercial las especies las componen *Eucalyptus grandis* y, en menor medida, de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus maidenii* y *Pinus taeda*, en un sistema de producción típico para celulosa se planta aprox. 1.250 árboles/ha distancia entre líneas 4m (50 a 60% del área total), con podas cada 9 o 10 años (según altura) y tala final y rotación de 22 años. En ambas experiencias a través del uso de una metodología internacional para los cálculos<sup>3</sup> se estimó que el secuestro anual de promedio por la biomasa forestal (considerando la superficie de los proyectos) en un horizonte de 60 años de 3143 y 5983 kgCO<sub>2</sub>eq por hectárea para el modelo silvopastoril y bosque comercial respectivamente.

## USO DE TECNOLOGÍAS Y CONTRIBUCIÓN DE LOS MODELOS FORESTALES EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES GEI

Una vez cuantificada la capacidad de secuestro de distintos modelos forestales, es posible contrastar estas con las emisiones que registran los sistemas de producción ganadera. Si bien los ejemplos que se presentan no pretenden ser referencia de los sistemas a nivel nacional son de utilidad para poner en contexto lo que representa la reducción de emisiones reales que se lograron a través de la implementación de tecnologías ganaderas que mejoraron eficiencia producción del sistema y una simulación de la contribución que podrían realizar los modelos forestales descriptos si se pretendiera compensar todas sus emisiones.

Los sistemas que se representan en las siguientes tablas se trata de Predios Foco (PF) del proyecto UFFIP<sup>4</sup>. En estos PF se les realizó un seguimiento desde el año 2014 al 2017, de la performance productiva, económica, social y ambiental, en base a las metas productivas establecidas por el productor.

### **Predio Foco 1**

En el caso del Predio Foco 1 se trata de un sistema ganadero extensivo de orientación ciclo completo (cuadro 1). Inició el proyecto con un 100% del área de campo natural y suplementación anual a razón de 28 kg/ha. Durante el proyecto redujo área e incorporó casi un 2% de pasturas mejoradas (pradera y verdeo) y redujo la suplementación a casi 15 kg/ha. La meta productiva del sistema era estabilizar la preñez del rodeo en 80% (ya existente) y mejorar la recría y la terminación del 50% de los novillos de 2,5 años con 480kg.

---

<sup>1</sup> Carbosur. <http://www.carbosur.com.uy/>

<sup>2</sup> Por Rain Forest Alliance para Verified Carbon Standard

<sup>3</sup> MDL AR-ACM0001 «Forestación y reforestación de tierras degradadas» (versión 05.1.1, EB 60). Esta metodología considera las emisiones de biomasa viva y subterránea, carbono orgánico del suelo, hojarasca y madera muerta, sin embargo, en estos proyectos sólo contabiliza la captura en biomasa, los residuos forestales y la madera muerta, esto permite encontrar resultados más conservadores.

<sup>4</sup>UFFIP (Uruguayan Family Farm Improvement Project) Mejora de la sostenibilidad de la ganadería familiar en Uruguay. [www.uffip.uy](http://www.uffip.uy).

Desde el punto de vista productivo la incorporación de tecnologías de manejo y forrajeras permitió mejorar los indicadores productivos aumentando los kilos de carne por hectárea exportados (salen del sistema) casi un 35%, estabilizando la preñez alrededor en un 83%.

**Cuadro 1.** Emisiones sistema ciclo completo, secuestro según modelo forestal y superficie necesaria para compensar emisiones.

Predio Foco 1		Escenarios	
Indicadores	Unidades	Línea Base (14/15)	Final Proyecto (16/17)
Productividad	Kg Carne Exportada (kg/ha)	79,4	107
Gases Efecto Invernadero	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq/kgexp)	19,4	14,1
	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq/kglana)	14	16
	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq/ha)	1627	1614
Modelo Silvopastoril	Secuestro (kg CO <sub>2</sub> eq/ha)	3143	3143
Modelo Bosque Comercial	Secuestro (kg CO <sub>2</sub> eq/ha)	5983	5983
Superficie compensar emisiones	Sistema Silvopastoril (ha)	<b>0,52</b>	<b>0,51</b>
	Bosque Comercial (ha)	<b>0,27</b>	<b>0,27</b>

En este caso la mejora en la eficiencia en la terminación de los novillos produjo un efecto positivo en la intensidad de las emisiones que disminuyeron algo más del 27%, sin registrar aumentos en las emisiones por hectárea. Al contrastar las emisiones absolutas del sistema en los distintos escenarios y los modelos forestales planteados hipotéticamente observamos que se necesitan la biomasa forestal de aproximadamente media hectárea bajo modelo silvopastoril y cuarta hectárea de biomasa de bosque comercial para compensar la totalidad de las emisiones generadas por una hectárea de producción del PF 1.

### **Predio Foco 2**

En el caso del Predio Foco 2 se trata de un sistema criador de pequeña escala caracterizado por un doble entore (primavera verano e invierno) estratégico establecido por el productor (cuadro 2). El predio tiene una alta proporción del área compuesta por suelos superficiales (basalto). Al inicio del proyecto utilizaba 13% de la superficie con mejoramientos con leguminosas (Lotus Corniculatus y Lotus Rincón). El sistema al inicio del proyecto realizaba un uso excesivo de suplementos y sales, a razón de 73kg/ha/año impactando sobre el resultado económico. Al inicio del proyecto se estableció como una de las metas promover una mejora en la productividad que contemple el uso eficiente de los recursos y reduciendo la relación insumo/producto. En este contexto se establecieron, producto del trabajo del facilitador y el grupo foco, las siguientes recomendaciones: establecer un único entore de primavera-verano, reducir el uso de suplementos y sales e incorporar mayor área de mejoramientos. Al final del proyecto se logró establecer un único entore, se concretó un incremento a un 18% del área de mejoramientos con la incorporación de un área de Lotus Maku, se redujo el uso de suplementos a 48kg/ha/año y adicionalmente se logró engordar las vacas de refugio. Las salidas de producto en carne (ovina y vacuna) se estabilizó al final del proyecto en un 20% adicional, estimando que en el futuro puede ser algo mayor cuando los mejoramientos comiencen a expresar su potencial de producción

**Cuadro 2.** Emisiones sistema criador, secuestro según modelo forestal y superficie necesaria para compensar emisiones.

Predio Foco 2		Escenarios	
Indicadores	Unidades	Línea Base (14/15)	Final Proyecto (16/17)
Productividad	Kg Carne Exportada (kg/ha)	99,2	119,4
Gases Efecto Invernadero	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq/kgexp)	18,3	11,2
	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq/kg lana)	20	19
	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq/ha)	1863	1386
Modelo Silvopastoril	Secuestro (kg CO <sub>2</sub> eq/ha)	3143	3143
Modelo Bosque Comercial	Secuestro (kg CO <sub>2</sub> eq/ha)	5983	5983
Superficie compensar emisiones	Sistema Silvopastoril (ha)	<b>0,59</b>	<b>0,44</b>
	Bosque Comercial (ha)	<b>0,31</b>	<b>0,23</b>

Al igual que el caso anterior se constató una reducción importante en la intensidad de las emisiones de GEI de casi un 40%. En este caso se observó adicionalmente una reducción en las emisiones por hectárea debido fundamentalmente a una reducción del uso de suplementos y por consiguiente la carga de emisiones que traen consigo cuando entran al sistema. Cuando analizamos la hipotética contribución que podría realizar los modelos forestales en la compensación de las emisiones vemos que es posible lograr un efecto complementario entre uso de tecnologías y la producción forestal para reducir el impacto ambiental en sistemas ganaderos.

Este tipo de análisis permite identificar y plantear escenarios para reducir las emisiones de GEI en sistemas ganaderos que se generan a partir del uso de diferentes estrategias para aumentar la producción y el rol que podría ejercer la producción forestal en la mitigación de las emisiones que se generan. No es objeto de este artículo el análisis de la viabilidad en la implementación y seguramente deberán ser los desafíos que se planteen a futuro desde la investigación y políticas públicas.

## SÍNTESIS

Las áreas forestales en Uruguay hacen un aporte muy importante para la reducción de las emisiones absolutas del país y contribuirían a mitigar en gran proporción las relacionadas a la producción ganadera. Para poder traducir estos aspectos en recomendaciones útiles y prácticas, es de vital importancia profundizar en el desarrollo de un modelo de producción sustentable ambientalmente que contemple estos aspectos. En tal sentido, es necesaria una visión integradora, entre la producción forestal con la producción cárnica que fortalezca las sinergias entre ambas producciones.

Si en el futuro se lograra viabilizar una propuesta nacional que fomente ambas producciones en conjunto serán de gran beneficio no solo desde el punto de vista ambiental, sino también en la promoción internacional de la carne uruguaya.

## BIBLIOGRAFÍA

Becoña, G., Ledgard, S., Wedderburn, E. 2013. «A comparison of greenhouse gas emissions from Uruguayan and New Zealand beef systems». *Agrociencia Uruguay*, 17. 120-130. <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/view/765>

Becoña, G., Astigarraga, L., & Picasso, V. D. (2014). Greenhouse gas emissions of beef cow–calf grazing systems in Uruguay. *Sustainable Agriculture Research*, 3(2), 89–105. <http://dx.doi.org/10.5539/sar.v3n2p8>

Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock — A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: FAO, 115 (Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e.pdf>).

Modernel, P., Astigarraga, L., & Picasso, V. (2013). Global versus local environmental impacts of grazing and confined beef production systems. *Environmental Research Letters*, 8(3), 035052. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035052>

MVOTMA (2016) Cuarta Comunicación Nacional a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Anexos Digitales (2016). <http://www.mvotma.gub.uy/portal/comunicaciones-nacionales-y-burs/item/10008923-cuarta-comunicacion-nacional.html>

# SELEÇÃO, MANEJO E PRODUTIVIDADE DO COMPONENTE FORRAGEIRO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

A.C. Varella<sup>1</sup>, R. Barro, L.S. Pontes, J.L.S. Silva, V. Porfirio-Da-Silva, J.C. Saibro.

## RESUMO

O sucesso da adoção de sistemas integrados floresta-pecuária ou silvipastoril está no manejo equilibrado entre os seus componentes florestal, forrageiro e animal ao longo do tempo. Para tanto, é importante conhecer as espécies utilizadas, seus hábitos de crescimento e potencial produtivo à sombra. Além disso, decisões estratégicas no planejamento e estabelecimento destes sistemas requerem conhecimentos sobre o ambiente luminoso e suas transformações no tempo, o comportamento morfológico e fisiológico das espécies forrageiras em sombreamento e utilizar estas informações para o correto manejo agroflorestal de forma a conduzir um sistema silvipastoril de longo prazo. O presente artigo reúne alguns resultados obtidos em estudos, no sul do Brasil, de forma a apoiar decisões de técnicos e produtores no planejamento e manejo do componente forrageiro e animal em sistemas silvipastoris.

## INTRODUÇÃO

O sul do Brasil é uma das regiões de maior potencial para a exploração de sistemas silvipastoris (SSP) ou de integração floresta-pecuária (IPF). A atividade pecuária nesta região conta com aproximadamente 27,63 milhões de bovinos e 5,19 milhões de ovinos (IBGE, 2006). Grande parte deste rebanho é criado em pastagens nativas, melhoradas e cultivadas, totalizando aproximadamente 15,68 milhões de hectares na região sul (IBGE, 2006), raramente arborizadas, e onde se encontram as maiores oportunidades para os sistemas IPF.

Nesta região, cultivam-se espécies agrícolas, forrageiras e florestais de clima temperado e tropical. Contudo, a adaptação às geadas é um dos fatores mais importantes na escolha de espécies forrageiras e arbóreas para os sistemas IPF. Além disso, como o clima varia em cada estação anualmente, conhecimentos específicos sobre o estabelecimento e manejo da pastagem são exigidos dos técnicos e produtores para o sucesso de empreendimentos de IPF.

---

<sup>1</sup> Pesquisador Embrapa Pecuária Sul, Bagé/RS, Brasil.

O sucesso da integração entre a atividade de silvicultura com a pecuária está alicerçado no equilíbrio da exploração dos recursos naturais disponíveis pelos três principais componentes bióticos deste sistema: a árvore, a pastagem e o herbívoro. Quando as interações estão equilibradas, desde o seu estabelecimento até a colheita final dos produtos, possibilitando a produção simultânea dos componentes arbóreo, forrageiro e animal, então temos um sistema de IPF ou SSP verdadeiro.

Contudo, ainda é comum verificar, em condições de propriedades rurais e empresas na região sul do Brasil, dificuldades com o manejo equilibrado dos componentes. Dificuldades causadas pelo estabelecimento de espaçamentos e arranjos arbóreos inadequados ou ainda no manejo deficiente do componente arbóreo e que comprometem o desenvolvimento das espécies forrageiras a médio e longo prazo. Isso determina que em muitos empreendimentos silvipastoris atualmente, como nos casos recentes observados no extremo sul do Brasil, se realize uma integração floresta-pecuária *temporária* ou *eventual*, onde as pastagens são produtivas apenas nos primeiros anos de estabelecimento do sistema. Exemplos deste tipo foram observados mais recentemente em empreendimentos agroflorestais realizados no Rio Grande do Sul com *Eucalyptus* sp., onde tem-se observado que as árvores sobrepõem à pastagem, comprometendo a persistência das forrageiras associadas, já a partir do quarto ou quinto ano de sua implantação. Tais experiências negativas em propriedades rurais, associados à dificuldade de manejar e persistir a pastagem em ambientes sombreados por todo o ciclo florestal tem sido a principal razão para a expansão dos sistemas silvipastoris na região sul brasileira. Sendo assim, o presente artigo abordará sobre os fundamentos ecofisiológicos e morfogenéticos de forrageiras, essenciais para decisões estratégicas em sistemas silvipastoris, como: a escolha de espécies, o manejo da pastagem e do pastejo em ambiente sombreado, tendo como balizador as experiências técnicas e evidências científicas observadas no sul do Brasil.

## **CONHECENDO O AMBIENTE LUMINOSO EM SISTEMAS SILVI-PASTORIS**

Embora a competição por água no solo entre os componentes arbóreos e forrageiros possa ser dominante ocasionalmente, especialmente durante o verão, é o estresse luminoso, o principal fator regular e determinante das restrições no crescimento e persistência da pastagem em um SSP. O ambiente luminoso varia significativamente em um sistema SSP comparativamente ao ambiente de pleno sol e isso influencia diretamente os processos fisiológicos das forrageiras e a produtividade da pastagem.

Quando a radiação solar passa pela copa das árvores, as espécies forrageiras do substrato inferior experimentam importantes modificações do ambiente luminoso. Ao nível da pastagem, estas alterações de radiação transmitida são influenciadas por diversas características, como: arranjo, ângulo, densidade, tamanho, forma das folhas e altura da copa das árvores até a pastagem. Assim, a radiação que passa pelas árvores e que chega ao topo do dossel da pastagem sofre modificações, tais como: (i) menor quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR, sigla em inglês); (ii) menor qualidade espectral da radiação (menor relação vermelho/vermelho-distante comparado ao pelo sol); (iii) alteração da periodicidade da radiação (frequência dos períodos de pleno sol e sombra). Todos estes fatores provocam respostas nos processos morfogenéticos e fisiológicos das forrageiras e, conseqüentemente, na produtividade e persistência da pastagem (Varella et al., 2011). Cabe ainda salientar que as modificações que ocorrem no crescimento

(altura) e estrutura das árvores (arquitetura e densidade de folhas na copa), ano após ano no sistema, promovem novas alterações neste ambiente luminoso, determinando potenciais de produtividade diferentes na pastagem com o tempo e desafiando os manejadores de um sistema SSP.

A Figura 1 mostra o efeito das modificações de periodicidade da radiação transmitida para a pastagem, sendo influenciadas pelo ângulo de incidência solar, características de copa e distância entre árvores, demonstrando o quanto é importante considerar estas características no planejamento de um SSP.

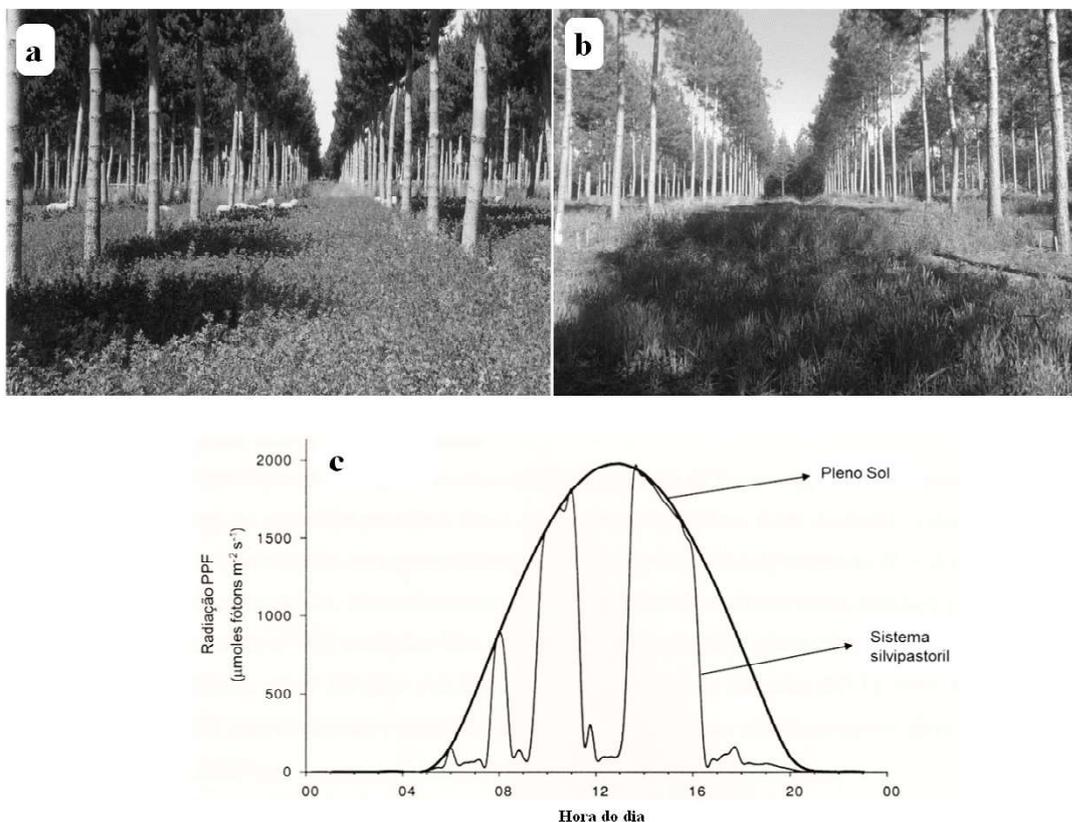


Figura 1 - Efeito das modificações de periodicidade (horas do dia) na radiação (PPF, fluxo fotossintético de fótons) transmitida para o sub-bosque. As figuras a e b apresentam o deslocamento da sombra em distintos momentos do dia, que determina diferentes intensidades de radiação (c).

## FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE FORRAGEIRAS SOB ESTRESSE LUMINOSO

Os processos fisiológicos mais importantes das plantas, e que são influenciados pela disponibilidade de radiação e/ou água no solo, são a fotossíntese e a respiração foliar. O balanço líquido de carbono resultante destes processos fisiológicos determinará o crescimento individual de plantas forrageiras, sua capacidade de rebrote, persistência e, conjuntamente, a produtividade da pastagem no sistema IPF. Assim, o conhecimento dos fundamentos fisiológicos de forrageiras submetidas ao estresse luminoso e/ou hídrico, aplicados ao manejo de pastagens, é determinante do sucesso de um sistema IPF.

Quando expostas ao sombreamento, a taxa de crescimento das forrageiras é rapidamente restringida em função da limitação de energia necessária para os processos fotossintéticos. Neste aspecto, a eficiência

foto-sintética da pastagem é influenciada pelas modificações da intensidade, qualidade e periodicidade da radiação. Ao sofrer estas restrições, as espécies forrageiras diferem nas suas respostas ao sombreamento, ou seja, em quais características morfo-genéticas serão alteradas, em função das estratégias por elas adotadas. Duas distintas estratégias existem para lidar com o sombreamento, quais sejam: estratégia de «escape» e de tolerância (Franklin, 2008; Gommers et al., 2013). A habilidade da planta de efetivamente tolerar ou escapar do sombreamento aumenta de forma significativa a sua habilidade competitiva, tendo, portanto, uma forte influência na estrutura da pastagem.

A percepção da baixa razão vermelho/vermelho-distante pelas espécies com estratégias de escape ao sombreamento desencadeia uma série de respostas, conhecidas como «síndrome de escape ao sombreamento» (SAS ou ‘*shade avoidance syndrome*’), conforme reportam Smith & Whitlam (1997). De acordo com Gommers et al. (2013), espécies intolerantes ao sombreamento exibem esta síndrome através de mudanças nas suas características morfo-genéticas, as quais permitem o posicionamento das folhas nas camadas superiores do dossel forrageiro. A principal mudança é uma forte alocação de carbono para o alongamento do colmo, de modo a escapar da condição de sombreamento. Para exemplificar, Paciullo et al. (2011) observaram um forte estiolamento de plantas de *Brachiaria decumbens* e *B. ruziziensis* sob condições de estresse luminoso. Além disso, tal mudança ocorre em detrimento do desenvolvimento de novos perfilhos e, por consequência, de raízes e de folhas, afetando negativamente a produtividade das espécies forrageiras (Soares et al., 2009).

A estratégia de escape é mais vantajosa na associação entre espécies herbáceas, isto é, quando as plantas possuem altura similar, tais como em associações gramíneas-leguminosas. No entanto, algumas espécies conseguem adaptar o seu fenótipo para lidar com situações onde a restrição de luz é permanente, tais como em sistemas de IPF, onde é impossível para as forrageiras superarem as árvores em termos de altura. Em tais sistemas, a estratégia de tolerância ao sombreamento parece ser mais vantajosa do que a estratégia de escape.

De acordo com Valladares & Niinemets (2008), a tolerância ao sombreamento é a capacidade de uma planta tolerar baixos níveis de luminosidade. Pesquisas têm ressaltado que tal estratégia não representa apenas uma perda da clássica SAS, mas sim uma complexa e específica adaptação à vida em ambientes sombreados. Duas hipóteses para tolerância ao sombreamento, parcialmente opostas, têm sido propostas, isto é, maximização do ganho líquido em carbono (Givnish, 1988) e maximização da resistência aos fatores bióticos (e.g. pastejo, competição) e abióticos (e.g. luz), ou seja, a hipótese de tolerância ao estresse (Kitajima, 1994; Valladares & Niinemets, 2008).

A hipótese de ganho em carbono define a tolerância ao sombreamento como a maximização da captura de luz e uso pela fotossíntese, juntamente com a minimização dos custos com respiração (Givnish, 1988). Espécies forrageiras tolerantes à sombra com estratégia de ganho em carbono irão otimizar a captura e o uso da luz, por exemplo, pelo aumento da relação folha:colmo e pelo aumento da área foliar específica (AFE área de folha por unidade de biomassa). O aumento da AFE permite uma rápida reposição de folhas na pastagem após um pastejo, por exemplo. Contudo, a alta AFE pode ter consequências negativas para plantas crescendo em condições de radiação reduzida, pois uma grande quantia de área foliar (principal área foto-sintética) é produzida com baixo custo, tornando estas folhas mais sensíveis à desfolha pelos herbívoros em razão do maior valor nutritivo. Portanto, a prioridade de algumas espécies tolerantes ao sombreamento pode não ser a maximização do crescimento em condições de baixa luminosidade, mas sim de investir em tecidos que promovam mecanismos de defesa pela planta (e.g.

aumento no conteúdo de parede celular), como observado com a alfafa (*Medicago sativa*) e reportado por LIN et al. (2001), reduzindo a qualidade (Varella et al., 2001) e a probabilidade de desfolha, ou em estoques de reserva.

Várias alterações morfológicas e anatômicas são reportadas na literatura como estratégias de tolerância de espécies forrageiras e que potencializam o ganho líquido de C na fotossíntese quando submetidas ao sombreamento. Entre estas, podem-se citar: maior área foliar média e menor peso específico foliar, com o objetivo de aumentar a capacidade de interceptação da radiação (Soares et al., 2009); maior densidade de clorofila foliar (especialmente clorofila b), buscando aumentar a eficiência de absorção da energia radiante (Castro et al., 2009), com conseqüente aumento do teor de proteína bruta na folha (Soares et al., 2009; Paciullo et al., 2011); maior relação folha:colmo e parte aérea:raiz, com alocação preferencial de reservas nas estruturas de busca e interceptação da radiação; alteração da estrutura da planta, especialmente ângulo foliar, para otimizar condições de captura da radiação disponível (Barro et al., 2014).

Em resumo, distintas estratégias e respostas podem ser adotadas pelas plantas forrageiras em sistemas de IPF. A identificação de tais respostas nas plantas do substrato herbáceo torna-se essencial, pois se refletem nas características agrônômicas (velocidade de rebrote, valor nutritivo) e interferem na escolha das espécies e no manejo da pastagem.

## **ESCOLHA E PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS EM SISTEMAS IPF**

As plantas C3 são aparentemente mais adaptadas ao sombreamento (ou apresentam menor redução da fotossíntese em intensidades baixa ou moderada de sombra quando comparados à condição de plena luminosidade) do que as espécies de rota de fixação de carbono, C4 (Taiz & Zeiger, 2004). Entretanto, a escolha de forrageiras C4 tem sido frequentemente recomendada para sistemas com sombreamento moderado. É importante mencionar que as respostas das plantas ao sombreamento variam de acordo com fatores edafo-climáticos, além do manejo aplicado às árvores e à pastagem sombreada. A Tabela 1 resume os principais resultados sobre tolerância ao sombreamento de forrageiras no sul do Brasil.

Resultados promissores da tolerância ao sombreamento vêm sendo obtidos para as principais espécies C3 cultivadas: azevém-anual (*Lolium multiflorum*) e as aveias branca (*Avena sativa*) e preta (*A. strigosa*) (Sartor et al., 2006; Barro et al., 2008; Kirchner et al., 2010; Porfírio-Da-Silva, 2012). Entretanto, ainda faltam estudos com gramíneas nativas com potencial para uso em sistemas de IPF. Quanto às leguminosas de crescimento hiberno-primaveril, tanto o trevo-vesiculososo (*T. vesiculosum*) (SILVA, 1998) como o trevo-branco (*T. repens*) (Sartor et al., 2006, Barro et al., 2008) se destacam pelo seu desempenho agrônômico sob sombra moderada. No entanto, espécies de cornichão (*Lotus corniculatus*) não apresentaram resultados satisfatórios no que diz respeito à produção de forragem sob sombreamento. Nas regiões mais frias do subtropical, a arborização de pastagens tem merecido destaque na pesquisa, pois também contribui para a persistência de áreas de pastagem com gramíneas C4 ao longo do ano, em função da proteção que as árvores exercem contra as geadas (Porfírio-Da-Silva, 1998; Castilhos et al., 2003). Além disso, algumas gramíneas tropicais têm demonstrado excelente potencial de produção em condições moderadas de sombreamento, tais como: *Bracharia* sp.; *Panicum* sp.; *Axonopus* sp., além de algumas espécies do gênero *Paspalum* (Barro et al., 2010).

**Tabela 1** - Sumário dos resultados obtidos com plantas forrageiras na região do subtropical brasileiro.

Característica	Rota metabólica	Estação de crescimento	Espécie	Níveis de sombra estudados	Sombra natural/artificial	Rendimentos relativos (ao pleno sol)	Melhora / piora do valor nutritivo em sombreamento	Autores (referências)			
Perene	C4	verão	<i>Bambusa cathartensis</i>	24 e 56%	natural	52 e 56%	n.a.	Barro et al., 2008 b			
				17 e 33%	natural	79 e 47%	melhora	Soares et al., 2009			
				60 e 50%*	natural	74%	n.a.	Poebes et al., 2012			
			<i>Cynodon sp. (cv. Tifton 05)</i>	60 e 50%*	natural	25,50%	n.a.	Poebes et al., 2012			
				24 e 56%	natural	61 e 51%	n.a.	Barro et al., 2008 b			
				17 e 33%	natural	48 e 24%	melhora	Soares et al., 2009			
			<i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i>	17 e 33%	natural	38 e 36%	melhora ou não altera	Soares et al., 2009			
				60 e 50%*	natural	45%	n.a.	Poebes et al., 2012			
				17 e 33%	natural	48 e 24%	n.a.	Soares et al., 2009			
			<i>Brachiaria decumbens cv. Basilisk</i>	25,50 e 80%	artificial	38,44 e 22,7%	n.a.	Soares et al., 2009			
				17 e 33%	artificial	38,63 e 25%	n.a.	Schirmer, 1987			
				25,50 e 80%	artificial	38,63 e 25%	n.a.	Schirmer, 1987			
			<i>Panicum maximum cv. Aruana</i>	17 e 33%	natural	34 e 2%	melhora	Soares et al., 2009			
				60 e 50%*	natural	57,20%	n.a.	Poebes et al., 2012			
				17 e 33%	natural	51 e 0%	n.a.	Soares et al., 2009			
<i>Pennisetum maximum cv. Tanzânia</i>	n.a.	natural	25%	n.a.	Lucas, 2004						
	17 e 33%	natural	47 e 15%	n.a.	Soares et al., 2009						
	n.a.	natural	22%	n.a.	Lucas, 2004						
<i>Paspalum notatum cv. Pensacola</i>	17 e 33%	natural	37 e 36%	n.a.	Soares et al., 2009						
	60 e 50%*	natural	54,10%	n.a.	Poebes et al., 2012						
	25,50 e 80%	artificial	93,5; 55 e 13,28%	n.a.	Schirmer, 1987						
<i>Paspalum notatum</i>	50 e 80%	artificial	112 e 11,1%	melhora	Barro et al., 2012						
	50 e 80%	artificial	117 e 81,8%	melhora	Barro et al., 2012						
	50 e 80%	artificial	118 e 99,8%	melhora	Barro et al., 2012						
	25,50 e 80%	artificial	97,8; 73,12 e 37,5%	n.a.	Schirmer, 1987						
	17 e 33%	natural	56 e 5%	n.a.	Soares et al., 2009						
<i>Pennisetum glaberrimum cv. Florida</i>	60 e 50%*	natural	7,10%	n.a.	Poebes et al., 2012						
	24 e 56%	natural	58 e 43%	n.a.	Barro et al., 2008 b						
	30 e 60%	natural	43 e 22%	melhora	Schirmer et al., 2010						
	24 e 56%	natural	46 e 36%	melhora	Barro et al., 2008						
	33 e 53	artificial	57 e 84	não avaliado	Sa Br., 1992*						
Anual	C3	inverno	<i>Avena sativa</i>	30 e 60%	natural	38 e 13 %	melhora	Schirmer et al., 2010			
				24 e 56%	natural	75 e 42%	melhora ou não altera	Barro et al., 2008			
				24 e 56%	natural	43 e 0%	piura	Pinchin et al., 2010			
			<i>Avena striposa</i>	24 e 56%	natural	75 e 42%	sem diferença	Barro et al., 2008			
				50 e 100%	artificial	29,4 e 1,293%	n.a.	Morais et al., 2007; Varela et al., 2010			
				50 e 100%	artificial	73,7 e 1,605%	n.a.	Morais et al., 2007; Varela et al., 2010			
			<i>Bromus cartharticus</i>	50 e 100%	artificial	27,5 e 1,19%	n.a.	Morais et al., 2007; Varela et al., 2010			
				30 e 60%	natural	36 e 25%	piura	Schirmer et al., 2010			
				50 e 60%	natural	48 e 27%	sem diferença	Schirmer et al., 2010			
			<i>Vicia villosa</i>	50 e 80%	artificial	93,5 e 60,1%	piura	Barro et al., 2013			
				17 e 33%	natural	37 e 18%	não avaliado	Soares et al., 2009			
				17 e 33%	natural	59 e 23%	não avaliado	Soares et al., 2009			
			Anual	C3	inverno	<i>Lolium repens cv. Zepelin</i>	24 e 56%	natural	25,7 e 19,1%	piura	Saibao et al., 2008
							24 e 56%	natural	27,4 e 15,1	piura	Saibao et al., 2008

## RECOMENDAÇÕES DE MANEJO DA PASTAGEM E DO PASTEJO EM IPF

O estado da arte em pesquisa com sistemas IPF já apontam subsídios suficientes para indicar as espécies forrageiras e seu potencial produtivo para diferentes intensidades de sombreamento. Contudo, a integração em longo prazo, só é possível sob uma condição moderada de sombreamento (>50%) e, se o manejo do pastoreio for conduzido de forma sustentável. Desta forma, o manejo sustentável dos componentes forrageiro, pecuário e arbóreo, além de promover mais benefícios ambientais, oportuniza maior produtividade total ao sistema integrado de produção.

Decisões de manejo da pastagem em sistemas IPF devem considerar o comportamento fisiológico e morfogênético das forrageiras e suas respostas ao estresse luminoso principalmente (Varella et al., 2012). Quanto mais intensas as interações entre estresses de origens diferentes ocorrendo simultaneamente (e.g. falta de água, luz e nutrientes), mais complexas se tornam as respostas das forrageiras e, conseqüentemente, também as estratégias para interferir e potencializar a produção da pastagem nestes sistemas. Assim, a quantidade e a velocidade de translocação das reservas resultantes da fotossíntese, as alterações nas características morfo-fisiológicas das plantas, as modificações na composição química (valor nutritivo) e na densidade de plantas forrageiras a sombra influenciam diretamente as decisões de como melhor manejar a pastagem nos sistemas IPF. Para garantir produtividade, qualidade e persistência, é importante reconhecer que as forrageiras que crescem em um sistema IPF estão normalmente expostas a uma condição restrita de radiação e, portanto, acumulam uma quantidade menor de reservas (carboidratos e nitrogênio) durante o seu período de crescimento. Por isso, o manejo da pastagem deve ser quase sempre mais conservador nestes sistemas do que em pastagens que crescem a pleno sol.

As estratégias e decisões de manejo não devem focar na maximização da produtividade e colheita da pastagem, mas no equilíbrio entre crescimento, acúmulo de reservas e intensidade de utilização (severidade de desfolha), assegurando persistência da produção. A tendência é de que o vigor de rebrote (quantidade biomassa e velocidade) em pastagens sombreadas, após um estresse de desfolha ou de pastejo, seja inferior do que aquele observado em pleno sol, influenciado pelo menor acúmulo de reservas fotossintéticas. A exceção a esta regra pode ser observada em condições de forte restrição hídrica ou mineral (especialmente nitrogênio) de solo, quando a superioridade de crescimento forrageiro em sistemas IPF comparativamente a pastagens não sombreadas tem sido reportada na literatura (Wilson & Wild, 1991; Barro et al, 2008).

Além disso, normalmente as reservas de plantas sombreadas são frequentemente translocadas e priorizadas para o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular, o que pode torná-las ainda mais sensíveis a períodos de restrição hídrica e/ou minerais de solo e à desfolha frequente pelos animais. Assim, um manejo criterioso do pastoreio (controle da carga animal e da altura do dossel forrageiro no pré e pós pastejo) é recomendado para permitir o uso mais eficiente dos recursos naturais disponíveis pela pastagem em um sistema de IPF e que seja capaz de garantir um bom desempenho animal ao longo do tempo.

Estudos realizados no sul do Brasil já determinaram o manejo do pastejo que pode otimizar o desempenho animal em sistemas de IPF. Por exemplo, Silva (1998) estudou o efeito de três intensidades

de pastejo (6%, 9% e 13,3% kg de massa seca/100 kg de PV/dia) e duas densidades arbóreas de *Eucalyptus saligna* (1666 e 833 árvores/ha) sobre a produção de novilhos e da pastagem consorciada de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) e trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) cv. Yuchi, sobressemeados em pastagem nativa. Neste estudo, o ganho por animal foi ascendente com o acréscimo na oferta de forragem, evidenciando possivelmente que a condição da pastagem esteve acima da capacidade de ingestão dos animais. Já o ganho animal por área foi baixo nos níveis menores de oferta de forragem, devido ao reduzido desempenho individual dos animais. Também, com níveis de oferta de forragem acima de 12% do peso vivo, o ganho por hectare foi reduzido, devido à baixa lotação animal utilizada nestas condições.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos conhecimentos adquiridos pela pesquisa científica e pela extensão rural ao longo das últimas três décadas, e reportadas neste capítulo, torna-se possível listar um conjunto de práticas básicas de manejo da pastagem e do pastejo em sistemas de IPF para o clima subtropical e temperado do sul do Brasil, tais como:

O momento inicial do pastejo deve ser realizado somente após o máximo acúmulo de reservas nas plantas forrageiras. Isso geralmente acontece após o momento de máxima expansão foliar por área de solo na pastagem, ou seja, após atingir o índice de área foliar crítico (IAF crítico). Um bom indicativo para este o momento é quando as folhas mais inferiores (ou perfilhos ou brotações) estiverem totalmente sombreadas pelas camadas superiores da pastagem e começarem a apresentar os primeiros sinais de senescência (amarelecimento dos tecidos foliares).

O resíduo pós pastejo (altura do dossel forrageiro após a desfolha pelos animais) deve ser mantido acima de 20 cm de altura para as espécies forrageiras de inverno e do campo nativo melhorado, de forma a proteger os locais de armazenamento de reservas e permitir uma área foliar fotossintética residual suficiente para uma boa velocidade do rebrote. Para forrageiras tropicais, o critério de altura do pastejo deve ser observado individualmente, já que há variação na localização das estruturas de armazenamento de reservas e das gemas de crescimento, responsáveis pelo rebrote da pastagem.

O estabelecimento da pastagem deve ser realizado no primeiro e segundo anos de um sistema IPF, de forma a evitar o sombreamento e antecipar o primeiro pastejo. Os principais problemas de produção e persistência da pastagem, em sistemas SSP, observados em condições de propriedade rural ocorrem por má formação durante esta fase.

É aconselhável permitir que as forrageiras produzam sementes para a ressemeadura natural (quando a espécie forrageira permitir) ou colheita ainda no primeiro ano do estabelecimento para, somente após realizar o pastejo com animais. Alternativamente, pode-se realizar também a colheita de forragem para silagem e feno. Além disso, a utilização da pastagem com bovinos e ovinos pode ser realizada com o uso de cerca-elétrica, protegendo as linhas de plantio. Isto vem sendo praticado no sul do Brasil, especialmente, na bovinocultura de leite (Porfírio-Da-Silva et al., 2010). Estas práticas visam estabelecer adequadamente a pastagem e preservar as mudas das árvores de danos dos animais no ano do estabelecimento de um SSP.

## BIBLIOGRAFIA

Barro, R. S.; Saibro, J. C.; Medeiros, R.; Silva, J. L. S.; Varella, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno (Forage yield and nutritive value of cool-season annual forage grasses shaded by *Pinus elliottii* trees and at full-sun). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 1721-1727, 2008.

Barro, R.S. et al. Screening native C4 pasture genotypes for shade tolerance in Southern Brazil. In: Australian Society of Agronomy Conference, 15, 2010, Lincoln. Proceedings... Lincoln, 2010. p. 1-5.

Barro, R. S.; Saibro, J.C. de ; Varella, A.C.; Carassai, I.J. ; Nabinger, C.; Lemaire, G Morphological acclimation and canopy structure characteristics of *Arachis pintoi* under reduced light and at full sun. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, v. 2, p. 15-17, 2014.

Castilhos, Z. M. S et al. Desempenho de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. ao sol e sob bosque de eucalipto. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003, Santa Maria, RS. Resumos... Santa Maria: UFSM, 2003.

Castro, C. R. T.; Paciullo, D. S. C.; Gomide, C. A. M.; Muller, M.; Nascimento Junior, E. R. Características agrônômicas, massa de forragem e valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. *Pesquisa Florestal Brasileira (Impresso)*, v. 60, p. 19-25, 2009.

Franklin, K. A. Shade avoidance. *New Phytologist*, v. 179, p.930–944, 2008.

Givnish, T. J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. *Australian Journal of Plant Physiology*, v. 15, p.63–92, 1988.

Gommers, C. M. M.; Visser, E. J. W.; Onge, K. R. S.; Voeselek, L. A. C. J.; Pierik, R. Shade tolerance: when growing tall is not an option. *Trends in Plant Science*, v. 18(2), p.1360-1385, 2013.

IBGE Instituto Brasileiro de Geostatística (2006) Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. Estabelecimentos na agropecuária: unidades Brasil IBGE, Rio de Janeiro. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?z=t&o=24&i=P>.

Kirchner, R.; Soares, A.B.; Sartor, L.R.; Adami, P.F.; Migliorini, F.; Fonseca, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, pp.2371–2379, 2010.

Kitajima, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. *Oecologia*, v. 98, p.419–28, 1994.

Lin, C. H.; McGraw, R. L. M.; George, F.; Garrett, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. *Agroforestry Systems*, v. 53, p.269–281, 2001.

Paciullo, D. S. C.; Gomide, C. A. M.; Castro, C. R. T. ; Fernandes P. B.; Muller, M. ; Pires, M. F. A. ; Xavier, D.F. . Características produtivas e nutricionais do pasto em um sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. *Pesquisa Agropecuária Brasileira (1977. Impressa)*, v. 46, p. 1176-1183, 2011.

Porfírio-Da-Silva, V. Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex R. Br. na Região Noroeste do Paraná. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Porfírio-Da-Silva, V.; Moraes, A. D. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implementação. In: Pires, A. V. *Bovinocultura de Corte*. Piracicaba: FEALQ, v. 2, 2010. Cap. 71, p. 1421-1455.

Porfirio-Da-Silva, V. (2012) Produtividade em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no subtropical brasileiro. Thesis, Universidade Federal do Paraná.

Sartor LR, Soares, AB et al (2006) Produção de forragem de espécies de inverno em ambiente sombreado. *Rev Syn Scy*, (1)13-21

Soares, A. B.; Sartor, L. R.; Adami, P. F.; Varella, A. C.; Fonseca, L.; Mezzalira, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.3, p.443-451, 2009

Silva, J. L. S. Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul. Departamento de Zootecnia- UFV. Viçosa/ MG. 174 p. 1998. (Tese de Doutorado).

Smith, H.; Whitlam, G. C. The shade avoidance syndrome: multiple responses mediated by multiple phytochromes. *Plant, Cell & Environment*, v. 20, p.840–844, 1997.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

Valladares, F.; Niinemets, U. Shade Tolerance, a Key Plant Feature of Complex Nature and Consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 39, p.237–57, 2008.

Varella, A.C.; Peri, P.L.; Lucas, R.J.; Moot, D.J.; Mcneil, D.L. Dry matter production and nutritive value of alfafa (*Medicago sativa* L.) and orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) under different light regimes. *Proceedings of the XIX International Grassland Congress*, p. 660-661, 2001.

Varella AC, Moot DJ, Pollock KM et al. (2011) Do light and alfalfa responses to cloth and slatted shade represent those measured under an agroforestry system? *Agrofor Syst* 81:157-173

Varella, A.C.; Silva, V.P. da ; Ribaski, J.; Soares, A.B.; Morais, H.; Moraes, A. de ; Saibro, J. C. de; Barro, R.S. . Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: Renato Serena Fontaneli; Henrique Pereira dos Santos; Roberto Serena Fontaneli. (Org.). *Forrageiras para integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região sul-brasileira*. 2ed.Brasília: Embrapa, 2012, p. 435-460.

Wilson, J.R.; Wild, D.W.M. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: Shelton, H. M.; Stür, W. W. (Eds.) *Forages for plantation crops*, Canberra, Australia: ACIAR, 1991. p.77. (ACIAR Proceedings, 32).

# INTEGRAÇÃO PASTAGEM NATIVA-CULTIVOS ARBÓREOS

C. Nabinger<sup>1</sup>, J. K. Fedrigo<sup>2</sup>, J. C. R. Azambuja Filho<sup>3</sup>, P. F. Ataíde<sup>4</sup>

## RESUMO

As pastagens naturais são responsáveis pela prestação de inúmeros serviços ambientais, como sequestro de carbono, manutenção do fluxo e qualidade das águas e a conservação da diversidade da flora e da fauna. Estes benefícios, que podem atuar como mitigadores dos atuais problemas globais, somente podem ser alcançados por meio de um controle eficiente da intensidade de pastejo, o que também possibilita incrementar a produtividade e lucratividade da produção pecuária. A necessidade de aumento da renda derivada da bovinocultura de corte praticada com base na pastagem nativa ainda pode ser incrementada por outras práticas de manejo tais como a fertilização ou a fertilização e sobressemeadura de espécies hibernais quando for o caso. Em locais onde o solo e o clima permitem, a substituição de parte deste ecossistema para a «construção» de agrossistemas que incluem o campo nativo com espécies cultivadas, dentre elas espécies arbóreas, pode permitir a geração de sistemas integrados de produção agropecuária com efeitos sinérgicos tanto em termos econômicos como ambientais. O princípio de diversificação dos sistemas produtivos pode ser aplicado ao nível de paisagem ou de bacia hidrográfica, de modo que o balanço regional dos recursos ambientais seja positivo. Isso requer, no entanto, um planejamento de uso da terra a nível regional. Para isso, é necessário ser inovativo e não apenas readaptar antigos sistemas agrícolas. É preciso evitar uma excessiva especialização ao nível de paisagem ou de região para favorecer interações locais entre unidades de produção individuais, recriando, ao nível da paisagem, um meta-agrossistema. Nesta mesma linha, a integração entre florestas, cultivos arbóreos e pastagens deve ser mediada através de um adequado sistema de produção animal, usando-os de modo a otimizar a produtividade de ambos e a capacidade conjunta em prover serviços ecossistêmicos. No entanto, este tipo de sistema integrado requer uma forte organização socio-econômica, ética e política, que devem ser estudados e investigados em conexão com o ambiente ecológico e agrônômico para terem alguma chance de sucesso.

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. nabinger@ufrgs.br

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Universidad de la Republica, Polo Agroforestal. jean.fedrigo@poloagroforestal.edu.uy

<sup>3</sup> Eng. Agr., MS, Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFRGS

<sup>4</sup> Méd. Veterinário, Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFRGS

## INTRODUÇÃO

Ecosistemas naturais estão sujeitos a muitas pressões tais como mudança de uso da terra para produção grãos e outros bens agrícolas, demandas de recursos minerais, ocupação urbana, sistemas viários, etc. Por essas razões, sua extensão e padrão de distribuição está mudando, e as paisagens estão cada vez mais fragmentadas. A mudança climática constitui uma pressão adicional que deverá alterá-los ainda mais e colocar em perigo os ecossistemas e os muitos bens e serviços que eles fornecem. E isso não é diferente no que se refere aos ecossistemas pastoris, a vegetação original predominante em boa parte do sul do Brasil, nordeste da Argentina, parte do Paraguai e praticamente todo o Uruguai. A vegetação herbácea predominante nestes campos apresenta alta riqueza específica e permite, além de elevada resiliência frente aos câmbios climáticos, um relativo equilíbrio entre produção e qualidade forrageira. Esse equilíbrio, no entanto, é estabelecido por uma pressão de pastejo relativamente leniente. Com a tendência de diminuição das áreas destinadas à pecuária, que normalmente não é acompanhada pela diminuição na densidade de herbívoros, ocorre um aumento na pressão de pastejo, levando à degradação da vegetação e do solo, com consequências sobre a produtividade e a rentabilidade dos tradicionais sistemas de produção. Com isso, muitos dos serviços ambientais prestados por esses ecossistemas, tais como sequestro de carbono, manutenção do fluxo e qualidade das águas, a conservação da diversidade da flora e da fauna, que poderiam atuar como mitigadores dos atuais problemas globais deixam de ser efetivos. Além disso, há que se considerar igualmente a conservação da beleza cênica das paisagens campestres e seus serviços culturais, turísticos e de lazer, que também devem ser valorados. A elevada resiliência destas vegetações tem permitido sua manutenção, em que pese os séculos de exploração continuada. Essa elevada resiliência também permite, até certo ponto, a recuperação de algumas características da composição florística e do solo naquelas áreas degradadas destes ecossistemas. De qualquer forma, o controle da intensidade do pastejo é o fator chave que permite tanto um aumento na produção animal e na rentabilidade como a recuperação dos serviços ambientais. Além disso, é possível aumentar a capacidade de suporte e a qualidade da forragem disponível dessas pastagens naturais pela melhoria da fertilidade do solo por adubação e, se necessário, pela sobressemeadura de espécies cultivadas principalmente de ciclo hibernal, que contribuem para minimizar a estacionalidade da disponibilidade forrageira. Mas, também é possível, que em locais onde o solo e clima permitem, substituir parte desse ecossistema e «construir» agrossistemas que incluam o campo nativo e culturas anuais como lavouras para produção de grãos ou pastagens cultivadas ou mesmo cultivos arbóreos, formando sistemas integrados de produção com efeitos sinérgicos tanto em termos econômicos como ambientais. Talvez seja possível até mesmo melhorar os serviços ecológicos prestados pelas áreas de pastagens naturais através do melhor controle da intensidade de pastoreio espacial e temporal que os pastos cultivados na sucessão/rotação com lavouras podem permitir. Esse mesmo princípio de diversificação dos sistemas produtivos pode ser aplicado ao nível de paisagem ou de bacia hidrográfica, de modo que o balanço regional dos recursos ambientais seja positivo. Isso requer, no entanto, um planejamento de uso da terra a nível regional. Ou seja, é necessário reavaliar os sistemas de uso da terra à luz do conceito de serviços ecossistêmicos. Esse é, provavelmente, o único meio de reconciliar eficiência de produção de alimentos e de outros bens agrícolas com desenvolvimento rural sustentável. Para isso, no entanto, é necessário ser inovativo e não apenas readaptar antigos sistemas agrícolas. Mesmo se a especialização da produção é fortemente determinada por condicionantes socioeconômicos, será necessário evitar uma excessiva especialização ao nível de paisagem ou de região para favorecer interações locais entre unidades de produção individuais, recriando, ao nível da paisagem, um meta-agrossistema.

Nesta mesma linha, a integração entre florestas, cultivos arbóreos e pastagens deve ser mediada através de um adequado sistema de produção animal, usando-os de modo sinérgico para otimizar a produtividade de ambos e a capacidade conjunta em prover serviços ecossistêmicos. No entanto, este tipo de sistema integrado requer uma forte organização socio-econômica, ética e política, que devem ser estudados e investigados em conexão com o ambiente ecológico e agrônômico para terem alguma chance de sucesso.

## **AS PASTAGENS COMO GERADORAS DE BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS.**

Atualmente é bem documentado o fato de que a conservação e o manejo adequado da biodiversidade e suas consequentes interações tróficas requer a presença de pastagens ao nível da paisagem (Lemaire, 2007). As pastagens, especialmente as naturais e semi-naturais são consideradas como «hot spots» de biodiversidade, refletindo o fato de que elas hospedam muitas plantas, animais e microbiota especializados, todos aninhados na grande variedade de microambientes normalmente existentes na natureza. Mas, a intensificação da agricultura, particularmente em climas temperados através da substituição de ecossistemas naturais por cultivos mono-específicos (que exigem uma alteração e uniformização do componente solo e a ausência de outros vegetais e da fauna e microfauna associada) tem resultado em elevadas perdas de biodiversidade (Soussana & Duru, 2007). Ao mesmo tempo, a super exploração das pastagens naturais também tem levado à diminuição da riqueza em espécies e degradação do solo desses ecossistemas (Nabinger & Carvalho, 2009; Nabinger et al., 2011). Além do mais, o aumento na concentração do CO<sub>2</sub> atmosférico e a consequente mudança climática deverá impactar a composição florística das áreas de pastagens e o equilíbrio entre espécies C3 e C4, gramíneas e leguminosas, gramíneas e outras ervas e arbustos. Em consequência, essa alteração na composição florística deverá ter um forte efeito sobre a produtividade primária e a produção animal e sobre as principais funções e serviços ecossistêmicos tais como o sequestro de carbono e a regulação dos ciclos biogeoquímicos (Lemaire et al., 2011).

Ecossistemas pastoris são formados predominantemente por vegetação herbácea interagindo permanente com os componentes bióticos e abióticos do solo. Dos componentes bióticos, os herbívoros domésticos constituem o elemento mais manejável pelo homem através do controle da espécie e categoria animal e de sua densidade. O manejo dos pastos afeta não somente a biodiversidade diretamente hospedada nele mesmo, mas também a biodiversidade em maior escala através da cadeia trófica por ele proporcionada e por ser habitat de populações de vertebrados como pássaros e mamíferos que utilizam territórios mais extensos do que a simples área de produção. Assim, a contribuição das pastagens na ecologia da paisagem deve ser estudada em conjunto com os outros sistemas de uso da terra, tais como florestas e outros cultivos, como uma *fonte de biodiversidade para a regulação dos fluxos bióticos e abióticos*. Desse modo o papel funcional e a conservação da biodiversidade devem ser analisados juntos, de forma interativa, nos diferentes níveis de organização, desde populações e comunidades ao nível da parcela de produção até o conjunto formado pelo mosaico de lavouras, pastagens, florestas e outras estruturas criadas pelo homem (Balent & Gibon, 2011). Também deve necessariamente levar em conta as forças socioeconômicas que determinam os sistemas de produção e sua evolução (Wu, 2006; Borba & Trindade, 2009), ou sejam as populações rurais e também as urbanas.

Alguns dos impactos das pastagens na biodiversidade somente podem ser analisados ao nível da paisagem, pois são determinados pelas interações espaciais e temporais das áreas de pasto com outros sistemas de uso da terra (Wiens et al, 1993). Para alguns outros impactos ambientais tais como erosão do solo, qualidade da água superficial e subterrânea, e qualidade do ar, onde processos explicitamente espaciais são importantes, é impossível desenvolver uma abordagem global (para a bacia hidrográfica ou a paisagem, por exemplo) somente a partir de mensurações nas parcelas de campo. Nesse caso o impacto regional não é a soma ou a média dos impactos locais, mas uma ponderação dos efeitos determinados pelo tipo de vegetação, topografia, exposição solar, tipo de solo, insumos utilizados, e suas interações. Essas interações podem ser afetadas e controladas principalmente pela ação humana através da participação da produção animal. Esse é o caso para sistemas integrados lavoura-pecuária, onde a introdução de áreas de pasto dentro das áreas de lavoura (sucessão/rotação) pode resultar numa produção agrícola mais sustentável que lavoura e produção animal praticadas separadamente (Moraes et al, 2012). Assim, a reavaliação dos sistemas de uso da terra à luz do conceito de serviços ecossistêmicos é, provavelmente, o único meio de reconciliar eficiência de produção de alimentos com desenvolvimento rural sustentável. Nesta mesma linha, a integração entre florestas ou cultivos arbóreos e pastagens naturais ou cultivadas deve ser mediada pela produção animal bem conduzida usando diferentes sistemas de produção de modo sinérgico para otimizar a produtividade de ambos e a capacidade conjunta dos sistemas em prover serviços ecossistêmicos.

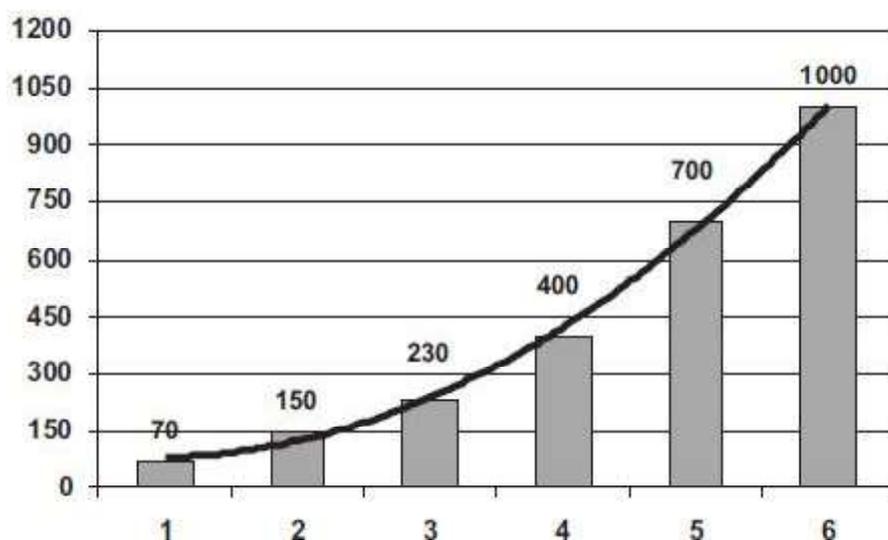
Como no caso de ecossistemas florestais, as permanentes interações solo-vegetação levam a uma forte associação entre os diferentes elementos do ciclo mineral, principalmente carbono, nitrogênio e fósforo. Conforme Lemaire et al. (2011), essa associação opera em dois níveis: (i) nas plantas, onde N e P são combinados ao C para síntese da matéria orgânica e sua acumulação, resultando no sequestro de longo prazo no solo; (ii) diretamente no solo, onde a microbiota alimentada abundantemente com C é capaz de recapturar e reciclar N e P mineral. Em muitas circunstâncias, as pastagens são capazes de sequestrar C, N e P por relativamente longo período, contribuindo assim para o dreno de CO<sub>2</sub> atmosférico e para a redução da emissão de compostos nitrogenados para a hidrosfera, reduzindo os riscos para a qualidade da água.

Dessa forma, pastagens podem ser consideradas como uma forma de uso da terra altamente favorável para preservação do ambiente. Entretanto, segundo os autores acima citados, esta visão idealizada necessita ser relativizada, pois os animais desassociam os ciclos de C e N-P através da urina e das fezes e das emissões de CH<sub>4</sub>, diminuindo em parte o efeito benéfico da interação solo-planta. Estudos já realizados e outros em andamento, apontam que as pastagens naturais do sul do Brasil, quando manejadas adequadamente e em sua condição natural (sem adição de insumos), aumentam a diversidade vegetal (Carvalho et al., 2003; Soares et al., 2011; Pinto, 2011), melhoram a condição do solo (Bertol et al., 1998; Gutierrez et al., 2006; Conte et al., 2011), levando ao balanço positivo em termos de sequestro de carbono, com um saldo que pode ser utilizado para mitigar eventuais saldos negativos de outros componentes do sistema produtivo. Além disso, as mesmas práticas que resultam em melhoria dos serviços ambientais também resultam em aumento da produção animal obtida nessas áreas em pelo menos três vezes a produção média praticada no sul do Brasil neste mesmo substrato, conforme apontam Maraschin (2001), Nabinger & Carvalho (2009) e Nabinger et al. (2011). O conseqüente aumento de renda derivado desse aumento na produtividade ainda pode ser mais incrementado se considerarmos também a palpável possibilidade de agregar valor ao produto carne ou leite através de suas qualidades nutricionais intrínsecas, conforme demonstra Freitas (2010). A autora verificou concentrações de ácido linoleico conjugado e

relações ômega 6: ômega 3 bem melhores que os níveis adequados sugeridos pela OMS para alimentos saudáveis, na carne produzida em bovinos produzidos exclusivamente em pastagens naturais, o que pode ser atribuído fundamentalmente às características das plantas que compõem sua dieta. Resultados similares e ainda mais contundentes são apresentados por Devincenzi et al. (2015), que demonstraram que bovinos terminados em pastagens naturais e pastagens naturais melhoradas apresentam um perfil de ácidos graxos na carne mais adequado à saúde humana. Estes sistemas promoveram diminuição dos ácidos graxos saturados e aumento dos insaturados na carne, quando comparado àqueles baseados em pastagem cultivada de sorgo.

## É POSSÍVEL AUMENTAR A PRODUTIVIDADE EM PASTO NATIVO E MELHORAR SEUS SERVIÇOS AMBIENTAIS?

A necessidade de aumento da renda derivada da bovinocultura de corte praticada com base na pastagem nativa ainda pode ser incrementada por outras práticas de manejo tais como a fertilização ou a fertilização e sobressemeadura de espécies hibernais quando for o caso. Nabinger & Carvalho (2009) sintetizam os resultados de produção animal de vários experimentos conduzidos com a pastagem nativa, demonstrando os efeitos que variam do simples ajuste da carga animal, passando pelo ajuste da carga para alterar a estrutura do pasto, pela correção do solo e fertilização com P e K, correção do solo, e fertilização com N, P e K, correção do solo, fertilização e sobressemeadura de espécies, sobre a produção animal, conforme se pode observar na Figura 1.



**Figura 1.** Produção de peso vivo (kg de peso vivo/ha/ano) de sistemas de recria/terminação de gado de corte em pastagem nativa sob níveis crescentes de intensificação ( 1 = manejo corrente na região; 2 = oferta de forragem constante (12% PV) ao longo de todo o ano; 3 = estrutura do pasto modificada (controle do desenvolvimento de touceiras) pela alteração da oferta para 8% PV na primavera e 12% no restante do ano; 4 = oferta de 12%PV, correção com calcário e fertilização com P e K; 5 = idem anterior mais nitrogênio; 6 = idem anterior mais sobressemeadura de espécies hibernais) (Nabinger & Carvalho, 2009).

O nível 2 resulta unicamente da manutenção de um nível de oferta de forragem fixo ao longo de todo ano em 12% do peso vivo (12 kg de matéria seca por 100 kg de peso vivo por dia). Esse simples procedimento permite mais do que dobrar a produtividade animal em relação média regional. O nível 3 resulta da manutenção daquela oferta de 12% do PV entre janeiro e setembro e de 8% PV (aumento da carga animal) de setembro a dezembro. Essa diminuição da oferta na primavera determina uma alteração importante na estrutura do pasto através da eliminação dos meristemas induzidos a florescer de capim caninha (*Andropogon lateralis*) e outras espécies cespitosas, que passarão o resto do ano em estágio vegetativo. Como são resistentes tanto à seca como ao frio, passam a contribuir durante o restante do ano com forragem de relativamente boa qualidade, pois não estarão mais «encanadas» e serão mais acessíveis ao pastejo (principalmente o capim caninha). Segundo Carvalho et al. (2007), o incremento na produção animal está relacionada ao aumento do consumo que esta nova estrutura (praticamente só folhas) permite ao animal. O aumento da carga em primavera proporciona, por outro lado, o diferimento de outros poteiros durante essa estação do ano, permitindo a ressemeadura de espécies hibernais e a acumulação de forragem para uso no verão para fazer face aos eventuais déficits pluviométricos normalmente ocorrentes nessa estação. Portanto, é possível aumentar a produção animal com base exclusivamente na pastagem nativa em mais de três vezes e a custo adicional zero, com importantes consequências econômicas para o produtor (Nabinger y Sant'Anna, 2007; Oliveira et al., 2016).

Na medida em que se disponha de poteiros com maior massa de pasto por área (maior oferta), uma estrutura do estrato inferior de maior altura e um controle do «entouceiramento», os animais conseguem desferir bocados de maior tamanho, aumentando a taxa de ingestão e com maior seletividade de partes de plantas e ou de espécies, com maior valor nutritivo. Isso ocorre quando o animal tem à sua disposição cerca de quatro vezes mais do que é capaz de consumir, ou seja entre 11 e 13% do peso vivo em matéria seca de forragem. Em outras palavras, significa que deve sobrar pasto para que o processo de colheita e ingestão seja otimizado, resultando em melhor desempenho animal. Pelo lado do pasto, ao manter um resíduo de folhas maior, a fixação de carbono atmosférico via fotossíntese é incrementado, o que aumenta a velocidade de crescimento tanto da parte aérea como das raízes. O incremento em raízes faz com que a planta utilize melhor os recursos do solo (água e nutrientes), o que também contribui para o maior crescimento. Além desses benefícios, verifica-se aumento da matéria orgânica do solo, aumentando a disponibilidade de nitrogênio, aumentando a taxa de infiltração e de armazenamento de água (Bertol et al. 1998) e aumentando a diversidade florística (Carvalho et al., 2003), da mesma forma que a meso e microfauna, resultando em melhora da fertilidade geral do solo.

Alcançar o nível 4 já necessita que se controle o fator mais limitante à expressão do potencial produtivo das espécies nativas que é a fertilidade do solo, em geral muito baixa em nossas condições. Naturalmente isso implica em inversão financeira, porém é preciso considerar que as respostas do campo tem permitido amortizar toda a inversão já no primeiro ano. Como os efeitos da fertilização permanecem por 5 a 6 anos, nos anos subsequentes, a renda bruta adicional nos anos subsequentes é praticamente a renda líquida.

O nível 5 resulta da fertilização também com nitrogênio. Esse nível de intensificação necessita mais inversão de capital que o anterior, mas as respostas tem sido de tal forma impactantes (dez vezes a média regional) que a margem líquida, normalmente resulta altamente positiva. No entanto, a utilização desse nível traz consigo um risco ambiental que necessita ser melhor estudado no longo prazo. Elevados níveis de fertilização nitrogenada (mais de 100 kg N/ha) levam a uma diminuição da diversidade florística e a

uma dominância de plantas mais sensíveis à seca, por exemplo, o que pode ser um desastre quando da ocorrência prolongada desses eventos.

O nível 6, além de eliminar a limitação da fertilidade do solo, utiliza essa correção química do solo para introduzir espécies hibernais (azevém e/ou leguminosas). Importante salientar que esse sistema não requer movimentação do solo e tampouco uso de herbicidas para permitir o adequado estabelecimento das espécies introduzidas e ainda resulta em benefício às espécies nativas pela fertilização.

A questão que se impõe é como aplicar todos esses conceitos. Em primeiro lugar é importante considerar que a passagem do nível 1 ao 2 é obrigatório e resulta unicamente do adequado controle da carga animal. Sem isso, qualquer modernização tecnológica baseada em insumos (fertilizantes, suplementação, irrigação, etc.) que impliquem em aporte de capital para aumentar a disponibilidade de pasto somente serão viáveis quando o produtor dominar o processo de colheita da forragem produzida. Outras práticas de manejo são igualmente importantes para implementar o ajuste da carga animal, tais como adequada subdivisão de poteiros, diferimento, limpeza do campo, suplementos, etc., que devem, em conjunto, compor o sistema de produção. As respostas obtidas dependem também do potencial genético dos animais e sua adaptação às condições climáticas e o tipo de vegetação presente. Igual atenção deve ser dada ao manejo reprodutivo e controle sanitário dos animais.

Portanto, existem tecnologias capazes de incrementar a produtividade e a rentabilidade da atividade, ao ponto de poder competir com outras atividades agrícolas e, sobretudo, conservando esse fantástico patrimônio com que a natureza brindou ao homem nessa parte do mundo. E, além do mais cumprindo com os requisitos ambientais de que tanto necessita o planeta.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS.**

Necessitamos rapidamente desenvolver sistemas de produção agrícola que sejam viáveis economicamente, que agridam o menos possível o ambiente e ainda, ao menos no caso da produção de alimentos, que sejam seguros. Conforme a FAO (2010) os fatores básicos para atender essas condições e ainda alimentar os mais de nove bilhões de humanos previstos para daqui a poucas décadas e com sustentabilidade, são: (i) a redução no uso de insumos, (ii) maior proteção do solo e água, (iii) sequestro de carbono atmosférico, e (iv) aumento da biodiversidade e da resiliência dos agroecossistemas. E ainda necessitamos suplantar os problemas decorrentes de décadas de práticas agrícolas de elevado impacto ambiental: mitigar emissões de gases de efeito estufa; reduzir a erosão e a perda de fertilidade dos solos, bem como o assoreamento dos cursos d'água, a poluição do solo e da água, dentre outros (Carvalho & Moraes, 2011). Nesse sentido, os sistemas integrados de produção agrícola e pecuária são considerados como tecnologia chave e sustentável para se atingir esses objetivos e com maiores chances dos produtores atingirem suas aspirações sociais e almejarem dinâmica social equânime (Moraes et al, 2012). Assim, a diversificação agrícola, por meio de sistemas de integração lavoura-pecuária, ou lavoura-pecuária-floresta ajuda a manter o elevado grau de diversidade, imprescindível para suportar sistemas agrícolas com manejo intensivo, necessários para alcançar segurança alimentar e reduzir a degradação ambiental, sendo também uma forma de adaptação da agricultura às mudanças climáticas.

Por outro lado, é premente a necessidade de pelo menos conservar os remanescentes dos ecossistemas herbáceos. A sua substituição, no caso do Rio Grande do Sul, em mais de 60% de sua cobertura original já ocorreu e, embora se reconheça que isso foi decorrente da necessidade de prover a sociedade com outros bens (grãos, madeira, celulose, biocombustíveis), é necessário planejar mais adequadamente o uso da terra, para que o conjunto dos subsistemas (cultivos arbóreos comerciais, grãos, biocombustível), mantenha o equilíbrio dos serviços ambientais de que também necessitamos. É dessa forma que vemos a possibilidade de cultivos arbóreos em áreas de campo já substituídas para outros usos agrícolas, ou mesmo aquelas muito degradadas pelo mau manejo, desde que os seus impactos ambientais possam ser mitigados. Não se pode negar o enorme potencial de sequestro de C, dos cultivos arbóreos até sua colheita, mas essa representa uma enorme devolução desse elemento ao ambiente<sup>1</sup> e isso necessita ser «compensado», ao menos ao nível de paisagem, por sistemas que incluam atividades que possam efetivamente continuar sequestrando carbono enquanto produzindo bens de consumo. E isso os pastos nativos podem fazê-lo, à condição de que sua utilização não contribua também para emissões que não possam ser mitigadas pelo próprio pasto, como seria o caso de pastos com excesso de carga animal em relação à sua capacidade de suporte.

Ainda existe a possibilidade de integrar diretamente um componente arbóreo ao campo nativo, mas existem poucos estudos na região sul do Brasil e no Uruguai sobre suas consequências sobre a florística, como o relatado por Pillar et al. (2002) e Varela & Saibro (1999) e/ou sobre a produção animal (Fucks, 1999; Silva, 1998), por exemplo. Estudos desenvolvidos em campo natural do Uruguai mostram que as espécies C3 apresentam maior tolerância ao sombreamento que as C4 (Neme & Terzieff, 2002), o que poderia representar uma oportunidade de melhora na estabilidade anual da produção forrageira. No entanto, Silveira (2012) verificou que comunidades campestres nativas submetidas ao plantio de árvores apresentam menor percentual de cobertura vegetal, menor número de famílias e gêneros botânicos. Desta maneira, resta-nos saber ainda quais seriam os reais impactos da integração do campo natural com espécies lenhosas quanto à prestação de serviços ambientais. Com relação à espécies forrageiras cultivadas, alguns estudos conduzidos tanto com temperadas (Silva, 1998) como tropicais (Castilhos, 1999), revelam, um potencial interessante para a composição de sistemas silvi-pastoris, sobre o qual não nos deteremos para não nos alongarmos e não fugir ao escopo principal dessa apresentação.

Uma alternativa interessante seria o uso de espécies nativas dos campos tolerantes ao sombreamento para comporem o estrato forrageiro em sistemas silvipastoris na região, conforme estudado por Barro et al. (2012), mas essa é a única referência até o momento disponível. Também carecemos de estudos sobre o potencial de espécies arbóreas nativas passíveis de comporem sistemas silvipastoris. Ou seja, existem ainda muitas linhas de pesquisa a serem exploradas pela investigação em sistemas integrados, dada a complexa natureza dos componentes envolvidos.

De qualquer modo, é fundamental o desenvolvimento de programas de investigação multi e interdisciplinares, que possam prover o conhecimento necessário para que os sistemas de produção de bens e de serviços ambientais, que é o novo paradigma da agricultura, possam efetivamente serem integrados tanto no nível da propriedade individual como no nível da paisagem (Pelosi et al., 2010) e realmente

---

<sup>1</sup> A menos que a madeira seja utilizada de modo a conservar o carbono nela fixado como é o caso de sua destinação para bens permanentes como móveis e construção civil, por exemplo.

beneficiem aquele sobre o qual paira a responsabilidade da qualidade do ambiente e a segurança dos alimentos produzidos, que é o produtor rural.

## BIBLIOGRAFIA

Barro, R.S.; Varella, A.C.; Lemaire, G.; Medeiros, R.B.; Saibro, J.C.; Nabinger, C.; Bangel, F.V.; Carassai, I.J. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.7, p.1589-1597, 2012.

Bertol, I.; Gomes, K.E.; Denardin, R.B.N.; Machado, L.Z.; Maraschin, G.E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v 33, p.779-786, 1998.

Borba, M.; Trindade, J.P.P. Desafios para a conservação e a valorização da pecuária sustentável. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A. (Eds.). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009. Cap. 30, p.391-403.

Carvalho, P.C.F.; Santos, D.T.; Neves, F.P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. *Simpósio de forrageiras e produção animal*, 2, 2007, Porto Alegre. *Anais... Porto Alegre: Metropole*, 2007. p.23-59.

Carvalho, P.C.F.; Soares, A.B.; Garcia, E.N.; Boldrini, I.; Pontes, L.S.; Velleda, G.L.; Freitas, M.R.; Freitas, T.M.S.; Fontoura Junior, J.A. Herbage allowance and species diversity in native pastures. In: *International Rangeland Congress, VII, Durban, South Africa, 2003. Proceedings....Durban: Document Transformation Technology Congress, 2003*, p.858-859.

Carvalho, P. C. F.; Moraes, A. Integration of grasslands within crop systems in South America. In: Lemaire, G.; Hodgson, J. Chabbi, A. (Eds.) *Grasslands Productivity and Ecosystems Services*. Wallingford: CABI International. 2011. p.219-226.

Castilhos, Z.M.S. Sistema agrosilvipastoril: desempenho animal e da pastagem em bosque de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). *Relatório Técnico*, Fundação de Pesquisa Agropecuária, RS. Porto Alegre: FEPAGRO, 1999. 15p.

Conte, O.; Wesp, C.L.; Anghinoni, I.; Carvalho, P.C.F.; Levien, R.; Nabinger, C. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de oferta de forragem por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.579-587, 2011

Devincenzi, T.; Nabinger, C.; Genro, T.C.M.; Nalério, E.; Juchen, S.; Fedrigo, J.K.; Pinto, M.F. Meat quality from grazing-based beef production systems on natural grasslands of Pampa Biome. In: *61<sup>st</sup> International Congress of Meat Science and Technology, Clermont-Ferrand, France. Proceedings...* Clermont-Ferrand: INRA. p.1-5

FAO Sete Lagoas «Consensus» on integrated crop-livestock systems for sustainable development. Plant Production and Protection Division Consultation Documents. 2010. Disponível em <[www.fao.org/agriculture/crops/corethemes/spi/iclsd/outcome](http://www.fao.org/agriculture/crops/corethemes/spi/iclsd/outcome)> Acesso em 20 agosto 2012.

Freitas, A.K. 2010. Perfil de ácidos graxos da vegetação e da carne bovina produzida no Bioma Pampa. Tese Doutorado, PPG -Zootecnia/UFRGS, Porto Alegre, RS. 206p.

Fucks, L.F.M. Dinâmica da pastagem nativa, desempenho de ovinos e desenvolvimento arbóreo em sistema silvipastoril com três populações de *Eucalyptus saligna*. 174p. Dissertação, Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1999.

Guterres, D.B.; Bayer, C.; Castilhos, Z.M.S.; Nabinger, C. Carbono orgânico em Chernossolo sob pastagem nativa no RS. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo, 16, São Cristóvão, SE, 2006. Anais... São Cristóvão: UFSE/SBSC. 2006. CD-ROM.

Lemaire, G. Research priorities for grassland science: the need of long term integrated experiments networks. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, *suplemento especial*, p.93-100, 2007

Lemaire, G.; Hodgson, J.; Chabbi, A. Introduction: food security and environmental impacts –for grassland sciences. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Chabbi, A. (eds.) Grassland productivity and ecosystems services. Wallingford: CABI International. 2011. p.xiii-xvii.

Maraschin, G.E. 2001. Production potential of South America grasslands. In: International Grassland Congress, XIX. Proceedings.... São Pedro, SP, Brazil, 2001. Piracicaba: FEALQ. 2001. p.5-15.

Moraes, A.; Carvalho, P.C.F.; Barro, R.S.; Lustosa, S.B.; Silva, W.P.; Lang, C.R. Perspectivas da pesquisa em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no Brasil e os novos desafios. Revista Brasileira de Zootecnia, suplemento especial (no prelo), 2012

Nabinger, C.; Carvalho, P.C.F. Ecofisiologia de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. Agrociencia (Montevideo), v. XIII, p. 18-27, 2009.

Nabinger, C.; Carvalho, P.C.F.; Pinto, C.E.; Mezzalira, J.C.; Brambilla, D.M.; Boggiano, P. R. Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: es posible mejorarlos con más productividad? Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, v. 19, p. 27-34, 2011.

Nabinger, C.; Sant’anna, D.M. 2007. Campo nativo: sustentabilidade frente às alternativas de mercado. In: Dall’Agnol *et al.* (Ed.) Simpósio de Forrageiras e Produção Animal, II, Porto Alegre, 2007. Anais... Porto Alegre: Metrópole, p. 83-121.

Oliveira, C.A.O.; Castilhos, Z.M. S.; Thurow, J.M.; Nabinger, C.; Bremm, C. Recria e terminação de bovinos de corte em campo nativo: respostas produtivas e econômicas. Porto Alegre: Fepagro, 2016. 66 p. (Circular Técnica 29).

Pelosi, C.; Goulard, M.; Balent, G. The spatial scale mismatch between ecological processes and agricultural management: do difficulties from underlying theoretical frameworks? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.139, p.455-462, 2010.

Pillar, V.P.; Boldrini, I.I.; Lange, O. Padrões de distribuição espacial de comunidades campestres sob plantio de eucalipto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.37, n.6, p.753-761, 2002.

Pinto, C.E. Mudanças na diversidade vegetal do Bioma Pampa associadas ao pastejo: um estudo de longo prazo. Tese (Doutorado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Silva, J.L.S. Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* e pastagens cultivada e nativa do Rio Grande do Sul. 174p. Tese. Doutorado, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1998.

Soares, A.B.; Carvalho, P.C.F.; Nabinger, C.; Trindade J.P.P.; Da Trindade, J.K.; Mezzalira, J.K. Dinâmica da composição botânica numa pastagem natural sob efeito de diferentes ofertas de forragem. *Ciência Rural*, v.41, n.8, p. 1459-1465, 2011.

Soussana, J.F.; Duru, M. Grassland science in Europe facing new challenges: biodiversity and global environment change. *CAB Reviews: perspectives in agriculture, Veterinary Science, Nutrition and natural resources*, v.1, p.72 (<http://www.cababstractsplus.org/cabreviews>).

Varella, A.C.; Saibro, J.C. Uso de bovinos e ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, p.30-34, 1999.

Wiens, J.A.; Stenseth, N.C.; van HORNE, B.; IMS, R.A. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*, v.66, p.369–380, 1993.

Wu, J.G. Landscape ecology, cross-disciplinarity, and sustainability science. *Landscape ecology*, v.21, p.1-4, 2006.

# MICROCLIMA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

C. Munka<sup>2</sup>.

## RESUMEN

La incorporación del componente forestal modifica las condiciones ambientales bajo dosel y en áreas adyacentes, las condiciones microclimáticas bajo una cubierta forestal tienden a ser diferentes a aquellas en un área sin árboles. Las diferencias más notorias se identifican en los intercambios de energía (balance neto de radiación) y en los procesos de transferencia de masa y energía (aspectos aerodinámicos). La presencia de árboles determina una interceptación de radiación solar de la canopia, que incide significativamente en el balance neto de energía que se genera bajo árboles. El sombreado producido reduce la cantidad y calidad de radiación de onda corta recibida en la superficie bajo dosel. El microclima en cubiertas vegetales presenta, típicamente, menores amplitudes térmicas -máximas menores y mínimas mayores-, así como ambientes relativamente más húmedos y una significativa reducción de la velocidad del viento respecto a un área sin árboles. El ambiente microclimático está fuertemente relacionado con las características de la cubierta forestal, el arreglo y densidad de plantación, la composición, arquitectura y carácter del dosel (perenne o caducifolio), la densidad de follaje y la altura de árboles. Estas relaciones definen un sistema interactivo entre el microclima y la cubierta forestal. Modificaciones en algunas de estas características establecen un comportamiento microclimático diferente al esperado en términos generales. El conocimiento del comportamiento espacio-temporales de las variables meteorológicas bajo cubiertas forestales contribuye al entendimiento de los aspectos funcionales del sistema y de cada uno sus componentes, arbóreo, herbáceo/pastoril y animal.

## INTRODUCCIÓN

La integración de árboles, pasturas y animales, como es el caso de los sistemas silvopastoriles, constituye un sistema complejo y supone entender el impacto de la composición de especies y de la estructura espacial sobre procesos del ecosistema tales como sucesión y competición a escala de planta y

---

<sup>1</sup> Depto. Sistemas Ambientales. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay. Avda. E. Garzón 780 CP. 12900. Montevideo. Contacto: [munka@fagro.edu.uy](mailto:munka@fagro.edu.uy)

de sistema silvopastoril. Los procesos pueden operar juntos produciendo un incremento neto o detrimento en la productividad individual de cada componente. Los beneficios reportados de esta integración incluyen aspectos económicos-productivos, sociales y ambientales (servicios eco-sistémicos) (Sharrow, 1999).

En términos generales, la estructura y características biofísicas del conjunto de árboles o de cualquier superficie vegetal tienden a establecer un equilibrio con el ambiente que lo rodea. La interacción entre estas superficies y el ambiente determinan las condiciones físicas bajo la cubierta vegetal y en zonas vecinas (microclima); y que a su vez inciden en los procesos bioquímicos, fisiológicos y ecológicos de los componentes del sistema.

Estas interacciones pueden ocurrir en escalas espaciales pequeñas y en intervalos de tiempo muy cortos hasta aquellos que abarquen todo el planeta y en lapsos de tiempo mayores (años). En este sentido, el ámbito microclimático se define por las características particulares que adquieren el aire atmosférico en el espacio bajo dosel, incluyendo el suelo y el área aledaña al rodal en condiciones de escala temporal y espacial reducida (Gómez Sanz, 2004). En este ámbito espacio-temporal, la respuesta de los procesos biofísicos está gobernada por variables de estado del ambiente tales como el balance de energía, la temperatura y humedad del aire, el viento y la precipitación.

El estudio del microclima implica el estudio de los intercambios de masa y energía entre organismos vivos y el ambiente, con énfasis en los flujos de calor, agua y carbono en el continuo suelo-planta-atmósfera (Rosenberg, 1983; Landsberg, 1986).

A continuación se presenta una síntesis de las principales características de las variables meteorológicas del ambiente microclimático en sistemas con presencia de árboles.

## **MICROCLIMA BAJO CUBIERTAS FORESTALES**

### **Balance de Energía**

El balance de energía o Radiación Neta es el resultado de la sumatoria de los flujos de energía entrante y saliente tanto de radiación de onda corta como de radiación de onda larga. La presencia del dosel modifica la proporción de radiación solar incidente (onda corta) que es reflejada, transmitida o absorbida por el dosel. Se reporta, en general, una mayor absorción de radiación solar como resultado de presentar menores valores de coeficiente de reflexión de radiación de onda corta (albedo) respecto a otras superficies vegetales (Rosenberg *et. al.*, 1983; Gómez Sanz, 2004).

A su vez, la penetración de radiación solar a través de la canopia depende de la naturaleza, densidad y profundidad del dosel, en una relación exponencialmente negativa (Ley de Lambert-Beer). Desde un punto de vista cualitativo, la radiación difusa y transmitida en áreas de sombra se caracteriza por tener menor proporción de radiación fotosintéticamente activa. El efecto de sombreado y la extinción de radiación solar incidente al atravesar la canopia, también determinan una menor insolación directa de la superficie del suelo bajo dosel. La mayor absorción de radiación solar en el dosel reduce el flujo de energía saliente de onda corta (menor albedo) y promueve un incremento de las emisiones de flujo de energía de onda larga desde los elementos de la cubierta forestal (follaje, ramas, troncos). Por otro lado la

menor insolación directa del suelo bajo árboles se traduce en una disminución del flujo saliente de radiación de onda larga emitida por el suelo. A su vez la radiación de onda larga saliente desde el suelo que efectivamente se pierde, se ve reducida por la retención que ocurre en la cubierta forestal. Todos estos intercambios de flujo de energía en la canopia y en el espacio bajo dosel determinan una disminución en la amplitud del balance neto de radiación bajo la cubierta forestal. La energía neta resultante del balance de radiación es utilizada en calor sensible (temperatura de las superficies, del aire y del suelo), en calor latente (cambios de estado del agua, por ej. evaporación, transpiración, condensación) y en procesos metabólicos (Rosenberg et. al., 1983; Landsberg, 1986; Gómez Sanz, 2004).

### **Temperatura y Humedad del aire**

Las cubiertas forestales regulan las variaciones diarias y estacionales de temperatura del aire bajo dosel. En este sentido se reportan valores diarios y anuales de temperaturas máximas menores y de temperaturas mínimas mayores respecto a registros térmicos en áreas sin árboles. El perfil vertical de la temperatura del aire -en el microclima de cubiertas forestales- da cuenta de una mayor variación y calentamiento en el estrato superior de copas (tercio superior). Estas variaciones temporales y espaciales se correlacionan, principalmente, con la radiación solar incidente, el desarrollo y carácter del follaje (perenne o caduco) y comportamiento y velocidad de viento.

En relación a la humedad del aire, se menciona en general que el microclima bajo cubiertas forestales es típicamente más húmedo que en zonas sin árboles. El aumento de la humedad relativa está asociado a un ambiente con menores temperaturas máximas y con menor renovación de aire, baja turbulencia y mayor resistencia aerodinámica a la disipación del vapor de agua. El perfil vertical de la humedad del aire, durante el día, normalmente disminuyen con la altura, con una leve inflexión (aumento) en la zona de mayor proporción de hojas en la copa de árboles. Allí se constata una mayor absorción de energía y se disponen las fuentes de vapor de agua con mayores tasas de evaporación y transpiración. De noche, las zonas superficiales (cercanas al suelo) presentan los mayores valores de humedad atmosférica. El comportamiento de estas variables meteorológicas para distintas situaciones de cubiertas forestales son descritos en diferentes estudios como por ejemplo los reportados en Landsberg (1986), Gómez Sanz (2004) y Karki & Goodman (2015).

### **Viento**

Las superficies con árboles modifican especialmente la circulación de aire bajo dosel y en zonas aledañas. El principal efecto es la reducción de la velocidad del viento y por ende la disminución de los intercambios turbulentos de masa y energía en la zona de influencia. Este efecto, junto con el sombreado que generan las superficies forestales, es considerado un servicio a la ganadería (abrigo y sombra), y contribuyen a mejorar las condiciones de confort de los animales ante situaciones de estrés térmico (por frío o calor). En los sistemas que incluyen cortinas o islas de árboles el área a sotavento, considerada como el área «protegida», es aquella donde se constata una mayor reducción de la velocidad de viento. Esta disminución dependerá, principalmente, de la estructura, densidad, permeabilidad y altura de la cortina de árboles. La zona de cobertura o protección que proporciona la cortina será mayor (h veces la altura de la cortina) cuanto más permeable y de menor densidad sea la misma. En este caso se constata una reducción de la velocidad del viento menor, comparativamente, que la que alcanza una cortina más impermeable y de mayor densidad (Rosenberg et. al., 1983; Brandle et. al., 1988; Baliscai et. al., 2013).

## **Precipitación**

Las características estructurales del dosel, la cantidad e intensidad de la precipitación y la velocidad del viento son factores que influyen en la redistribución de la precipitación que ocurre en sitios con superficie forestal. La cubierta forestal intercepta una parte de la precipitación incidente, pudiendo ser evaporada o precipitada desde el dosel hacia el suelo. Otra parte escurre por el tronco de árboles y llega al suelo como precipitación fustal y otra proporción atraviesa sin obstáculos la canopia y puede llegar a la superficie como precipitación directa (Alonso, 2011; Lima, 2008). Generalmente, la colecta de precipitación en la superficie bajo dosel es menor que la registrada en áreas adyacentes sin árboles. En algunas situaciones, en eventos de alta intensidad de precipitación, la lluvia atraviesa rápidamente el dosel y precipita rápidamente al suelo. En este caso la intercepción de lluvia en el dosel es menor y se reducirían las pérdidas por evaporación. Por otra parte, en eventos de lluvia asociados con la alta velocidad del viento, el monte podría funcionar como «colector» y realizar comparativamente una captación «extra» de lluvia respecto a lo que se colectaría fuera de monte.

En Uruguay, se han encontrado escasos antecedentes relativos al estudio de condiciones microclimáticas bajo cubiertas forestales. En un estudio sobre montes de *Eucalyptus sp* de 6 y 7 años (CNFR, 2017) con diferentes arreglos y densidades de plantación, se encontraron patrones similares en algunas de las variables meteorológicas antes mencionadas. En este trabajo, el monitoreo ambiental fuera y dentro de monte durante un año de evaluación, presentó valores de intercepción de radiación solar decrecientes en función de la densidad y arreglo de plantación. Los valores obtenidos fueron del orden del 92%, 68% y 59% para los montes de 1189 arb/ha (plantación de 3,5 m x 2 m), 979 arb/ha (plantación de 3 m x 3m) y 626 arb/ha (plantación de 4m x 4m) respectivamente. Respecto a los registros pluviométricos, obtenidos en este estudio, se observó que las mediciones de lluvia en la situación de mayor densidad de árboles, fueron superiores fuera de monte y totalizaron unos 300 mm más de precipitación. Mientras que en los casos de montes con menor densidad de árboles, 979 arb/ha y 626 arb/ha, la lluvia acumulada dentro de monte fue del orden de 300 mm y 400 mm superior que la registrada fuera de monte, respectivamente. En estos casos se reportaron días de eventos de lluvia muy intensos, asociados con alta velocidad de viento, mientras que en el predio con mayor densidad de árboles no fueron reportados eventos asociados a esta característica de viento. En cuanto al comportamiento de la temperatura del aire, se observó una menor amplitud en los registros térmicos del aire bajo monte. Se obtuvieron bajo dosel, en promedio, valores de temperatura máxima del orden de 3°C menos y de temperatura mínima de 0,7°C superior respecto a lo observado fuera de monte.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

En síntesis, se puede señalar que las modificaciones en el microclima forestal dan cuenta, en general, de una disminución de los valores extremos de las variables meteorológicas bajo dosel y de generar un microclima menos acentuado y variable respecto a zonas sin árboles. Sin embargo hay que considerar que toda alteración en el complejo suelo-planta-atmósfera interfiere, fundamentalmente, en el intercambio de flujos de radiación y en el comportamiento turbulento del aire. Estas alteraciones pueden provocar diferentes

respuestas en cada una de las variables de estado meteorológicas respecto al microclima general esperado bajo dosel.

El conocimiento de los patrones de variación del ambiente físico bajo dosel y en áreas adyacentes a las cubiertas forestales contribuye al entendimiento de la estructura y funcionamiento óptimo del sistema y de sus componentes, forestal, herbáceo/pastoril y animal.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alonso, J. 2011. Modelación de procesos hidrológicos asociados a la forestación con Eucalyptus en Uruguay. Tesis Maestría. Facultad de Ingeniería. UdelaR.

Baliscei, M.; Rus Barbosa, O.; de Souza, W.; Teixeira Costa, M.; Krutzmann, A.; de Oliveira Queiroz, E. 2013. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* Maringá, v. 35, n. 1, p. 49-56, Jan.-Mar. Doi: 10.4025/actascianimsci.v35i1.15155. Maringá, Brasil.

Brandle, J.; Hintz, D. Sturrock, J. 1988. *Windbreak Technology*. Elsevier Science. eBook: ISBN 978-0-444-600868.

CNFR. Comisión Nacional de Fomento Rural. 2017. La integración de forestaciones en predios familiares: resultado de un estudio participativo. Cartilla de divulgación. Proyecto: Evaluación de la incorporación de la forestación en productores ganaderos y lecheros familiares: estudio de caso múltiple. CNFR-Facultad de Agronomía-MGAP DGDR Programa +Tecnología. Impresos DIB. Montevideo, Uruguay.

Gómez Sanz, V. 2004. Cubiertas forestales y respuesta microclimática. *Invest Agrar: Sist. Recur. For.* (2004) Fuera de serie, 84-100. Departamento de Silvopascicultura. EUIT Forestal. Madrid. España.

Karki, U, Goodman, M. 2015. Microclimatic differences between mature loblolly-pine silvopasture and open-pasture. *Agroforestry System* (2015) 89(2):319–325. DOI 10.1007/s10457-014-9768-4

Landsberg, J. J. 1986. *Physiological Ecology of Forest Production*. Academic Press. London.

Lima, W. P. 2008. *Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*. Segunda edición. Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba – São Paulo. Brasil

Rosenberg, N.J., Blad, B.L. and Verma, S.B. 1983. *Microclimate, the Biological Environment*. Second edition John Wiley & Sons. New York. United State.

Sharrow, S. H. 1999. Silvopastoralism: competition and facilitation between trees, livestock, and improved grass-clover pastures on temperate rainfed lands. In L. Buck, J. Lassoie, & E. Fernandes (Eds.), *Agroforestry in sustainable agricultural systems* (p. 416). Boca Raton, FL: CRC Press. <http://doi.org/10.1201/9781420049473.ch6>

# **COEFICIENTES TÉCNICOS PARA CUANTIFICAR EL POTENCIAL DE LA INTEGRACIÓN FORESTACIÓN-GANADERÍA ¿QUÉ DATOS TENEMOS PARA PRESUPUESTAR UNA GANADERÍA ENTRE LOS MONTES?**

A. Simeone<sup>1</sup>, V. Beretta<sup>1</sup>, C.J. Caorsi<sup>1</sup>.

## **RESUMEN**

Disponer de coeficientes técnicos sobre la performance del ganado vacuno cuando este pastorea áreas anexas a una producción forestal, resulta de fundamental importancia para poder evaluar ex ante el resultado físico y económico esperado de esa actividad ganadera asociada a la forestación. En este artículo se presenta información sobre productividad del ganado vacuno en sistemas integrados forestación-ganadería, generada en base a procesamiento de registros de emprendimientos a gran escala y en base a investigación analítica. Los resultados muestran que es posible lograr una productividad de 100 kg de peso vivo/ha en áreas de campo natural anexas a una forestación, con un esquema de suplementación invernal estructural, lográndose los mejores resultados con la cría de hembras de reemplazo. Se reporta además un efecto benéfico de la sombra proporcionada por los montes de la forestación, sobre la performance estival de los animales durante el verano, siendo la magnitud de esa mejora de 50% en relación a los animales que no tenían acceso a sombra.

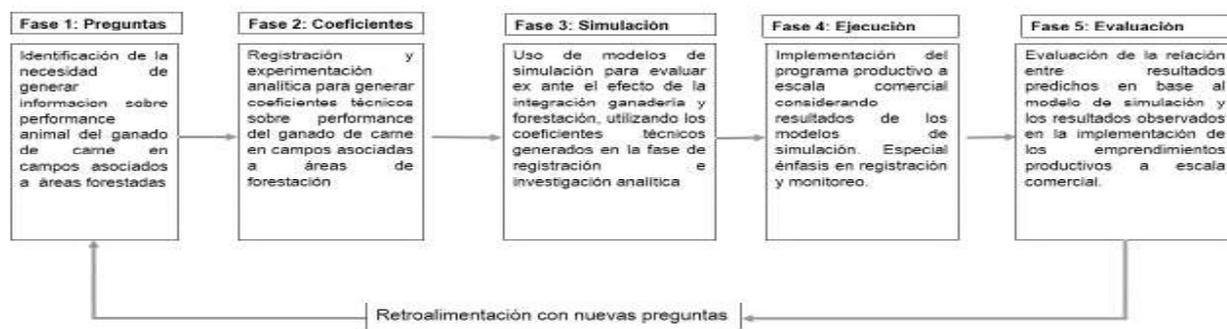
## **INTRODUCCIÓN: LA IMPORTANCIA DE DISPONER DE COEFICIENTES TÉCNICOS SOBRE LA PERFORMANCE DEL GANADO EN ÁREAS ANEXAS A UNA FORESTACIÓN**

La incorporación en un sistema ganadero de áreas forestadas sobre suelos con tal aptitud, permite la explotación de aspectos de complementariedad o sinergia entre ambos rubros: por un lado, el pastoreo de las áreas de forestación no cultivables anexas a las forestadas, contribuiría a mantener controlado el crecimiento de forraje reduciendo el riesgo de incendio; como contraparte, el acceso del ganado a los montes ofrecería, además de la posibilidad de uso de una significativa área de pastoreo, sombra y abrigo al ganado, potencialmente mejorando su performance productiva. Ahora bien, a la hora de la elaboración

---

<sup>1</sup> Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), EEMAC Ruta 3, km 363, Facultad de Agronomía, UdelaR.

de un proyecto que integre forestación y ganadería, el hecho de disponer de coeficientes técnicos sobre la performance animal, que permita alimentar modelos predictivos de simulación, resulta de fundamental importancia para evaluar ex ante el resultado físico y económico esperado, sobre todo considerado que la forestación a gran escala a nivel nacional, constituye un modelo relativamente nuevo en el país. En el diagrama de la figura 1 se presenta la secuencia metodológica sugerida para la implementación de un proyecto de integración ganadería y forestación a escala comercial, destacando la importancia de la fase 2, correspondiente a la generación de coeficientes técnicos.



**Figura 1** – Diagrama representativo de la metodología sugerida para la implementación de un proyecto que integre ganadería y forestación a escala comercial, donde se destaca la fase de generación de coeficientes técnicos (fase 2 del diagrama).

Las interrogantes planteadas que han orientado la demanda y la generación de coeficientes técnicos en lo que respecta a la performance del ganado bovino pastoreando áreas de campo natural anexas a las áreas forestadas, han sido las siguientes:

- a) *¿Qué características tiene la base forrajera del área potencialmente pastoreable asociada a una forestación?*
- b) *Dada esa base forrajera, ¿cuál es la productividad ganadera y cuál es el perfil de ganancia de peso vivo para diferentes categorías y tipos raciales?*
- c) *¿Vale la pena suplementar al ganado entre los montes?*
- d) *¿Cuál podría ser la magnitud del efecto benéfico de la sombra proporcionada por los montes sobre la performance animal durante el verano?*
- e) *¿Cuál podría ser el efecto benéfico del abrigo proporcionado por los montes sobre la performance animal durante el invierno?*

El objetivo de este trabajo es presentar algunos de los coeficientes técnicos generados cuantificando el potencial efecto benéfico para el ganado derivado de la asociación entre ganadería y forestación. Para ello se utilizará información generada en el proyecto desarrollado por UPM en el Distrito de Tres Bocas

(Rio Negro), entre los años 2007 y 2009<sup>1</sup>. Adicionalmente se presentaran resultados de dos trabajos experimentales llevados a cabo en la misma zona durante el verano y el invierno del año 2010. Cada apartado del presente artículo intenta responder a cada una de las interrogantes planteadas.

**a) Caracterización de la base forrajera en áreas de campo natural asociadas a una explotación forestal: ¿de qué tipo de campo natural estamos hablando?**

En todo sistema pastoril, la caracterización de la base forrajera constituye un aspecto fundamental. Sin embargo la información sobre la productividad del área de bajos asociada a la forestación es particularmente escasa. Por este motivo en el monitoreo del emprendimiento ganadero piloto se realizó un importante esfuerzo para realizar una buena caracterización de la base forrajera.

En el cuadro 1 se presentan las tasas de producción de pasto estacionales y en el cuadro 2 se presentan los resultados de los análisis bromatológicos para las diferentes muestras compuestas de forraje para cada estación.

**Cuadro 1**– Producción total y estacional de las pasturas naturales de bajos asociadas a la forestación. Promedio ponderado de la superficie de pastoreo del Proyecto.

Estación	Tasa de producción (kg MS/ha/día)	Producción estacional de forraje (kg MS)	Distribución Estacional (%)
Otoño	16,0	1440	21%
Invierno	7,0	630	9%
Primavera	24,0	2160	32%
Verano	28,0	2520	37%
Total anual		6750	100%

**Cuadro 2** – Resultados de análisis bromatológico de muestras representativas de la calidad del forraje de las pasturas naturales de bajos asociados a la forestación (expresados como % materia seca)

Variable	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Proteína Cruda	9,5	9,0	8,9	10,4
Fibra detergente ácido (FDA)	52,0	51,0	46,0	50,0
Fibra detergente neutro (FDN)	63,0	65,0	68,0	72,0
Cenizas	15,0	16,2	27,5	13,9

<sup>1</sup> - El proyecto Piloto Ganadero en el Distrito de Tres Bocas de UPM (entonces Forestal Oriental), fue formulado a fines del 2006 y su ejecución comenzó en el año 2007. El proyecto preveía para un período de tres años de experiencia piloto para ese distrito, el redimensionamiento del sistema ganadero clásico de Forestal Oriental que tenía el formato «un área-un pastoreador» hacia un esquema de acuerdos de capitalización que habilitara al pastoreador a enviar su ganado a la Forestal, quien asumiría el gerenciamiento de ese ganado con objetivos de producción predeterminados, de tal manera de pasar a un formato «un recurso-un plan de producción». Esto permitió manejar los ganados con una lógica común para todo el distrito (manejo según categoría animal, ajuste de carga estacional, criterios de pastoreo según disponibilidad de forraje, criterios de tratamientos sanitarios según monitoreo, etc.), y a su vez permitió un seguimiento, monitoreo y registración, que generó una base de datos, de cuyo procesamiento se extrajeron resultados, algunos de los cuales se presentan en este artículo.

La digestibilidad de la materia seca de la pastura ofrecida, estimada en base al contenido de FDA (Cuadro 2) según ecuaciones de predicción (Rasby & Kononoff 2010), osciló entre un mínimo de 51% y un máximo de 56%, evidenciando el bajo valor nutritivo de las pasturas utilizadas. Análogamente, el consumo potencial de los animales, estimado en base al valor de FDN de las pasturas puede estimarse entre 1,6% y 1,8 % del peso vivo. Ciertamente estas estimaciones, no consideran el potencial efecto «benéfico» de la selectividad por parte de los animales sobre la calidad del forraje consumido en condiciones de pastoreo, lo cual no fue medido en este estudio. No obstante esto, considerando la disponibilidad de forraje con que se manejaron los animales luego que el sistema tendió a estabilizarse (menores a 1000 kg de MS/ha); podría hipotetizarse que ese efecto puede haber sido menor, particularmente en invierno, lo que fue corroborado por las bajas ganancias obtenidas, como se verá a continuación.

**b) Productividad y performance individual en ganado vacuno pastoreando campo natural asociado a áreas forestadas: ¿Cuánto se puede producir y con qué tipo de animal?**

Los coeficientes técnicos en términos de producción ganadera en áreas anexas a la forestación pueden ser generados a dos niveles jerárquicos de resolución: a) por un lado los datos referidos al sistema de producción como resultado global y b) por otro lado, considerando el nivel jerárquico animal, o sea caracterizando la respuesta de diferentes combinaciones de «categoría-sexo-tipo racial».

En lo que respecta al primer nivel de resolución, los resultados obtenidos expresados en indicadores de resultado físico de la actividad ganadera, se presentan en el Cuadro 3. Los mismos surgen de registros de producción de tres años consecutivos, abarcando una población promedio mensual de 3.223 cabezas.

**Cuadro 3** - Indicadores de productividad logrados en el Proyecto Ganadero del Distrito de Tres Bocas (promedio de los ejercicios 2007-2008 y 2008-2009). (Fuente: Simeone & Caorsi, 2010)

<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Producción de Carne	kg/ ha	97
Carga	UG/ ha	0,79
Ganancia individual	g/ cabeza/ día	272
Suplementación	kg/ ha	69
Eficiencia de stock*	%	33

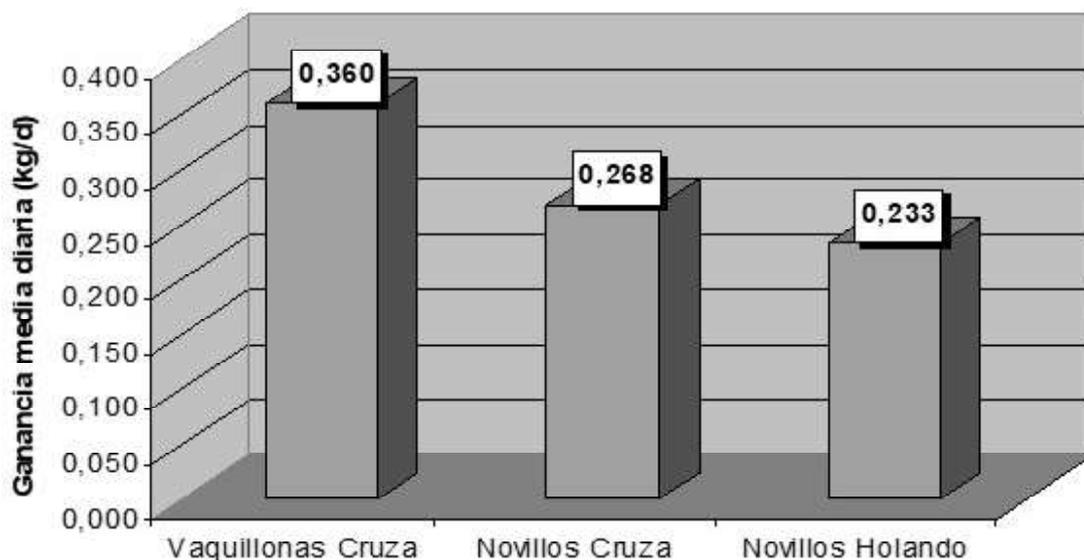
\* Indicador de eficiencia que cuantifica los kg de peso vivo producidos en relación al promedio anual de kg de peso vivo mantenidos en stock

Estos resultados pueden considerarse como muy buenos cuando se comparan con los obtenidos por predios ganaderos basados en campo natural. Conforme los antecedentes nacionales, sistemas ganaderos con baja proporción de área mejorada, tienen un nivel de producción que está en torno a 100 kg/ha de carne, manteniendo una carga de 0,8 UG/ha (Simeone et al 2009 b).

En lo que respecta al nivel jerárquico de resolución animal, tipificado como la combinación «categoría-sexo-tipo racial», la registración de la performance individual permitió identificar la categoría que mejor se adecuó al cumplimiento de los objetivos de producción planteados, y cuál fue el peso de ingreso que se

adaptó en mejor medida a los recursos disponibles en un campo de forestación. Ambos aspectos son analizados a continuación, utilizando la base de datos generada en el proyecto durante estos años.

En la figura 2 se presenta la ganancia diaria promedio durante el período de permanencia en el sistema para cada categoría animal, considerando sexo y raza.



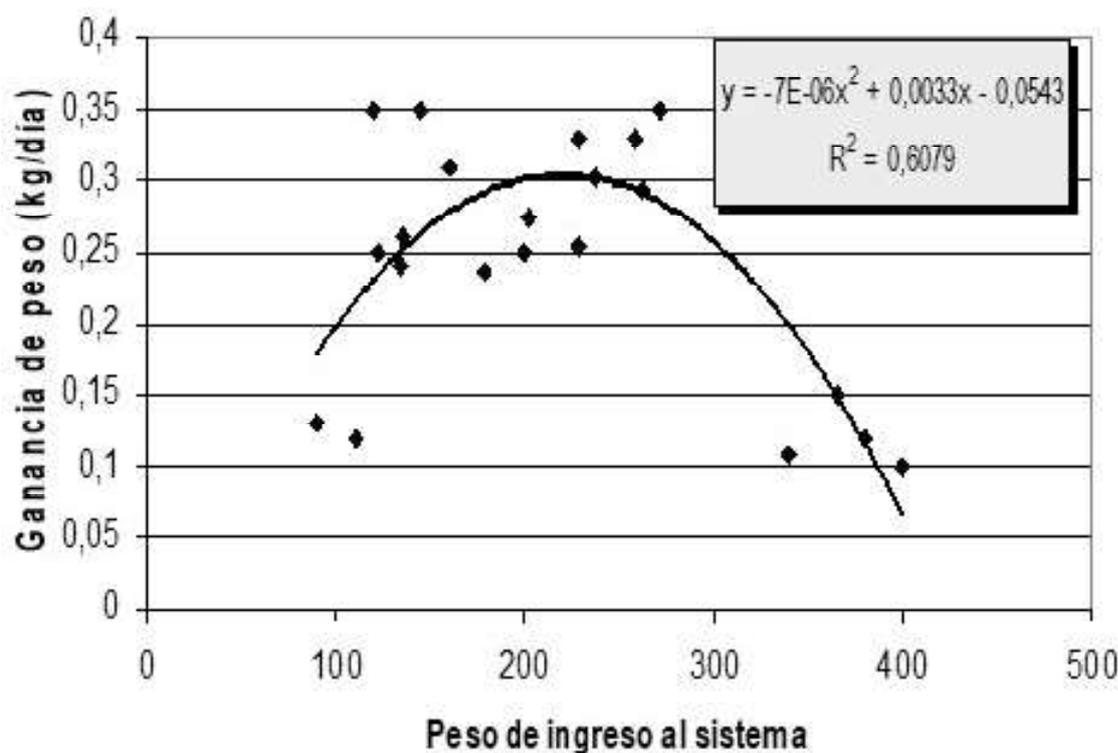
**Figura 2** - Efecto de la categoría, del sexo y del tipo racial sobre la ganancia media diaria de peso. Nota: El periodo en cada caso corresponde a la ganancia media diaria para el tiempo medio de permanencia en el sistema (en el caso de vaquillonas desde destete hasta primer servicio y en el caso de novillos desde destete hasta faena). (Fuente: Simeone & Caorsi, 2010)

Se destaca la mejor performance de las vaquillonas cruza en relación a los machos y dentro de estos se destaca la mejor performance las razas carniceras en relación a los animales Holando. Posiblemente el mayor tiempo de permanencia de los animales machos, que precisaban llegar en la mayoría de los casos a pesos de terminación (debieron necesariamente permanecer más de dos inviernos), haya hecho pesar en forma significativa los requerimientos de mantenimiento en perjuicio de su performance animal promedio. En lo que respecta a los animales Holando, además de un mayor tiempo de permanencia en el sistema debido a la exigencia de mayores pesos de faena, se evidenció una mayor sensibilidad a condiciones de stress nutricional, particularmente en otoño-invierno, debido a sus mayores requerimientos de mantenimiento, aún a igualdad de peso vivo (NRC, 2000).

En base a esta información, y tomando como indicador a la ganancia diaria, la cría de vaquillonas de carne parecería adaptarse mejor al uso de áreas de pastoreo en una forestación que la cría-engorde de machos de razas carniceras, y éstos a su vez evidencian una superioridad en relación a los machos Holando.

Si bien las evidencias en relación a la conveniencia de una estrategia ganadera considerando los factores sexo y categoría parecerían ser claras en relación a las ventajas comparativas que ofrecen las hembras de razas carniceras (de ternera a vaquillona para servicio), la interrogante en relación al peso de ingreso a un campo de forestación, ha sido también motivo de debate. En la figura 3 se presenta la relación

encontrada entre el peso de ingreso y la performance animal expresada en términos de ganancia media diaria promedio durante todo el período de permanencia en el sistema.



**Figura 3** - Efecto del peso vivo de ingreso en razas carniceras sobre la ganancia diaria durante todo el período de permanencia en el sistema – Proyecto Ganadero de Forestal Oriental – Distrito I de Tres Bocas. Período 2007-2009. (Fuente: Simeone & Caorsi, 2010)

Del análisis de la información surge que el peso de ingreso entorno a los 220 kg parecería ser el que permite lograr mayores ganancias promedio durante el período de permanencia en el sistema. Animales con pesos de ingreso muy bajos, por debajo de 120 kg, experimentaron luego ganancias promedio que impedían el cumplimiento del objetivo de producción, posiblemente explicado por la imposibilidad de satisfacer los requerimientos nutricionales de animales tan livianos con pasturas de bajo valor nutritivo. En el otro extremo, pesos de ingreso por encima de los 300 kg, significaron alto costo de mantenimiento, que ante condiciones de baja oferta de forraje, afectaron la performance animal. Estas evidencias posicionan a animales con pesos de ingreso entorno a 200±20 kg como la mejor opción a la hora de definir el peso inicial de un proceso de recría en un campo de bajo asociado a una forestación.

**c) Efecto del manejo de la alimentación: ¿vale la pena suplementar al ganado entre los montes?**

Considerando la buena performance registrada en las vaquillonas cruza, es interesante analizar el efecto de la suplementación en el manejo de esta categoría. En el Cuadro 4 se presenta la performance de vaquillonas de razas carniceras que fueron suplementadas en el segundo invierno de vida, debido a que llegaron al invierno con un peso que comprometía el peso crítico necesario para su entore en el verano siguiente, en relación a otro lote de vaquillonas que, debido a su mayor peso, no fueron suplementadas.

**Cuadro 4** – Resultados obtenidos con vaquillonas que ingresaron con bajo peso al invierno a las que se aplicó una suplementación correctiva para minimizar pérdidas durante invierno, en relación a otro grupo de vaquillonas que ingresó al invierno con mayor peso y no fueron suplementadas <sup>1</sup>.

Variable	Unidad	No suplementadas	Suplementadas
Número de animales		285	379
Peso vivo inicio de invierno	Kg	274	219
Ganancia diaria de peso vivo invernal	kg/día	-0,105	0,226
Peso vivo fin de invierno	Kg	260	250
Peso vivo promedio	Kg	267	234
Nivel de suplementación	kg/ 100 kg PV	0	1,0
Consumo ración	kg/ animal/ día	0	2,34
Respuesta a la suplementación *	kg/ día	--	0,299
Eficiencia de conversión del suplemento*			7:1

\* Estimaciones realizadas en base al supuesto de que si los animales suplementados no hubieran recibido el suplemento hubieran experimentado la misma performance animal que aquellos que no fueron suplementados. Este supuesto está apoyado en los datos generados por la investigación nacional sobre el tema (Quintans et al, 1994)

Como se observa en el cuadro 4, la suplementación en el segundo invierno parecería ser una buena opción como medida «correctiva» de bajos pesos a inicio de invierno, con una eficiencia económica, expresada en la eficiencia de conversión del suplemento (7:1), válida en un amplio rango de precio de ración y de ganado. Por otro lado el hecho de llegar con pesos altos a inicios de invierno, producto de haber recibido suplementación en el primer invierno de vida, «asegura» un buen peso a salida de invierno sin necesidad de suplementar en el segundo invierno. Estos datos confirman a escala comercial la información generada experimentalmente en lo que respecta la recría de vaquillonas sobre campo natural con apoyo de la suplementación con concentrados (Quintans et al, 1994). El monitoreo del peso animal y la aplicación de suplementación correctiva parecería ser una práctica eficaz y rentable económicamente para asegurar una buena preñez al primer entore.

A modo de síntesis, la información generada a partir del proyecto piloto para el monitoreo de vacunos pastoreando campo natural de bajos asociado a áreas forestadas, ha permitido establecer algunos coeficientes técnicos asociados a diferentes estrategias ganaderas, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 5

<sup>1</sup> Se deja constancia que estos datos no constituyen resultados de un experimento sino que es un monitoreo de dos grupos de animales a los que se le dio tratamiento diferente. Los datos de «eficiencia de conversión se presentan a modo ilustrativo y no deben ser tomados como resultado de un diseño de experimento, sino que constituyen una aproximación a lo que podría haber ocurrido si las vaquillonas de menor peso no se hubieran suplementado.

**Cuadro 5** - Resumen de las principales opciones de estrategias ganaderas para utilizar bajos asociados a forestación cada una con su respectiva performance animal esperada y principal medida de manejo.

Categoría y estrategia ganadera	Ganancia (kg/día) o indicador de performance	Suplementación o medida correctiva
Recría de vaquillonas	0,350 (85 % preñez)	Suplementación. 1 invierno al 1% del PV
Engorde de novillos	0,300	Suplementación 2 inviernos al 1% del PV
Recría de novillos Ho	0,200	Suplementación 2 inviernos al 1% del PV
Vacas de cría	75% destete	Destete precoz

En base a estas condiciones es que pueden realizarse programas de trabajo evaluando ex ante la viabilidad económica en cada caso. La disponibilidad de este tipo de coeficientes aumenta significativamente las posibilidades de desarrollo de proyectos ganaderos asociados a la forestación.

**d) Impacto de la sombra de monte sobre la performance estival del ganado: ¿el acceso voluntario de los animales a la sombra natural mejora la performance animal?**

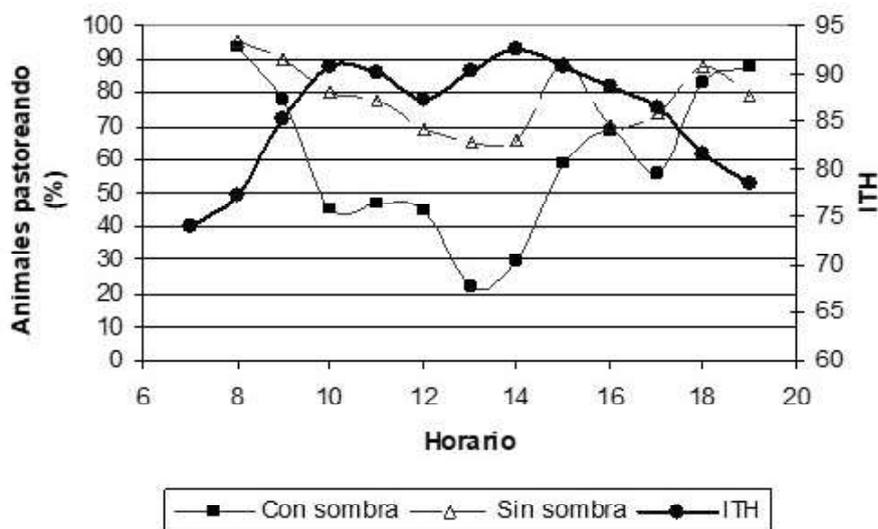
El impacto del acceso a la sombra durante el verano ha sido investigado en el UPIC en condiciones de pastoreo de praderas, observándose una respuesta significativa en la ganancia de peso vivo de novillos cuando estos son trasladados a un área con sombra y agua durante las horas de mayor radiación solar, respecto a los que permanecieron en la pastura (Beretta et al, 2013). Similar respuesta se observó también para terneros y novillos alimentados a corral (Beretta et al, 2010, Simeone et al 2010 c), evidenciando que las condiciones ambientales del verano en el Uruguay, por lo menos en el norte del país, limitan en cierto grado a la productividad del ganado de carne.

El efecto del acceso voluntario a la sombra de montes forestales sobre la ganancia de peso vivo estival de vacunos pastoreando en áreas no cultivables adyacentes a los montes, es reportado por Simeone et al (2010b). En dicho trabajo, llevado a cabo entre el 16/01 y el 31/03/2010, en el Establecimiento Coladeras propiedad de la empresa UPM en la zona de Tres Bocas (departamento de Rio Negro), 140 vaquillonas Hereford y cruce Hereford (219±21 kg) fueron distribuidas al azar a uno de dos manejos: pastoreo continuo en un área de campo natural de bajo con o sin acceso a sombra, aportada por montes de Eucalyptus (*Eucalyptus dunnii*, 1,5 ha) y Álamos (*Populus deltoide*, 0,73 ha). Como resultado de dichos tratamientos, las vaquillonas con acceso a sombra de monte presentaron mayor ganancia de peso vivo durante el periodo estival que aquella que no lo tuvieron: 0,772 vs. 0,514 ±0,022 kg (P<0.01). La magnitud de la diferencia de 0.208 kg/día es muy similar a la hallada con novillos pastoreando praderas y es consistente con las condiciones de estrés térmico predominantes durante ese verano.

El Índice de Temperatura y Humedad medio diario (ITH), es un indicador que cuantifica el efecto combinando de la temperatura y humedad, estimando de mejor forma la sensación térmica para el animal. Tomando en cuenta los valores medios diario (registrados al abrigo meteorológico), el ITH promedio fue de 69±4,4, inferior al valor crítico de 75, a partir del cual se reportan síntomas de estrés térmico (Wittier,

1993). Sin embargo, entre las 7:00 y 19:00hs el ITH calculado con los valores de temperatura y humedad relativa al sol, estuvo 10 horas por encima de 75, alcanzando un máximo de 92,6 a las 14:00 hs; mientras que el ITH máximo a la sombra fue 76,5 a las 15:00hs.

En la figura 4 se observa la estrecha relación entre las condiciones de estrés por calor descritas y los cambios en el comportamiento del ganado. Ya a partir de las 9 de la mañana se observa una reducción en la actividad de pastoreo de las vaquillonas con acceso a la sombra de monte respecto de las que no tenían acceso. Durante el periodo diurno las vaquillonas con sombra permanecieron 35,7% del tiempo en los montes y 56,8% pastoreando, en tanto aquellas sin sombra pastorearon el 78,8% del tiempo. Estas diferencias se hicieron aún más acentuadas, durante las horas de mayor calor.



**Figura 4.** Patrón diario de pastoreo en animales con o sin acceso a sombra y su relación con la evolución diaria del ITH al sol (Simeone et al, 2010a).

Es interesante destacar, que a pesar del menor tiempo de pastoreo diario las ganancias de los animales con acceso a sombra fueron mayores. Durante el periodo estival, el tiempo de pastoreo nocturno compensaría la menor actividad diaria, y el menor estrés térmico contribuiría a un balance energético más favorable.

**e) Evaluación de la contribución de los montes de abrigo a la mejora de la producción invernal del ganado: ¿el monte como «galpón» durante invierno?**

La baja productividad de forraje del campo natural durante el invierno determina la pérdida de peso de los animales durante esta estación. Durante esta época del año, a la restricción nutricional se suman potenciales efecto de estrés por frío, que incrementarían los requerimientos de mantenimiento, determinando que el animal destine parte del ya escaso consumo para el mantenimiento de su temperatura corporal.

Si bien el vacuno es tolerante a bajas temperaturas, y en tal sentido las condiciones de temperatura en nuestro país no serían tan rigurosas, periodos de baja temperatura asociados a lluvia y viento que disminuyen la sensación térmica, podrían en determinadas situaciones generar estrés por frío en el animal, aumentando los requerimientos de mantenimiento del ganado asociados a la termorregulación,

fundamentalmente en animales jóvenes. Es en esta línea de razonamiento, que se hipotetiza que el abrigo de los montes podría minimizar estos efectos.

Si bien el monte aporta abrigo al ganado, ya que genera condiciones de confort al atenuar los efectos de vientos fuertes, lluvia y bajas temperatura, los resultados con relación a su impacto sobre la productividad del animal, no son tan contundentes como lo son en el caso de aporte de sombra.

En una experiencia realizada en el mismo establecimiento forestado arriba descrito, no se observó efecto positivo del acceso a montes de abrigo evaluado durante junio a setiembre/2010, en 31 terneras (128 kg) y 32 vaquillonas (287 kg) de razas carniceras, registrándose en ambas categorías una pérdida promedio de peso de 109 g/d y 25 g/día, respectivamente.

Los animales pastorearon dos áreas de pastizal de campo natural de bajo (carga: 0.51 UG/ha), una de ellas con acceso a 15 ha de monte de abrigo. La disponibilidad de pastura promedio fue alta pero de baja calidad, como resultado de la acumulación de forraje diferido, y similar entre tratamientos (3700 kg MS/ha, 7.1% proteína cruda y 73% FDN), lo cual en cierta forma explica las pérdidas de peso observadas.

Las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa, precipitaciones y velocidad del viento, fueron similares a los valores históricos para la época. El monte fue efectivo en reducir la velocidad del viento, mejorando consecuentemente la sensación térmica. La estimación de la sensación térmica a través de un índice denominado WCT (por su sigla en inglés, y que toma en cuenta el efecto conjunto de la temperatura y el viento) sumado a la consideración del estado del pelaje del animal (seco o mojado) evidenció, que el riesgo de estrés por frío fuera del monte de abrigo fue «leve» (WCT entre 15° y 8°C junto con lluvias) durante 1 día en mes de agosto durante la mañana, y moderado (WCT entre 7° y 0°C junto con lluvias) durante 6 días del mes de setiembre, durante la noche. Esta baja incidencia de condiciones de estrés por frío durante el año en que se hizo la evaluación, explicaría en parte la ausencia de repuesta productiva al abrigo, evaluada en términos de ganancia diaria.

## CONSIDERACIONES FINALES

- La generación de coeficientes técnicos que permitan presupuestar la ganadería en áreas no plantadas con árboles y dedicadas al pastoreo, de sistemas forestales, o en sistemas ganaderos asociados a forestaciones como rubro adicional, es de gran relevancia a nivel nacional debido a la incidencia del rubro forestación a nivel nacional.

- La información disponible sobre producción ganadera en áreas de campo natural asociadas a una explotación forestal sugiere que es posible lograr una productividad de aproximadamente 100 kg de peso vivo/ha, manteniendo una carga animal de 0,79 UG/ha, con un nivel de suplementación de 139 kg de suplemento/ ha.

- El análisis comparativo de las diferentes estrategias en ganadería vacuna que se mantuvieron en el sistema, sugiere que la actividad ganadera que se adapta mejor a este tipo de explotación sería la cría de hembras de razas carniceras. El procesamiento de datos señala que los mejores comportamientos se logran con pesos de ingreso de las terneras entorno a 200 kg, manteniendo una suplementación estructural energético-proteica durante el primer invierno de vida del 1% del peso vivo, para obtener una ganancia promedio durante 15 meses de permanencia en el sistema de 360 gramos diarios, de forma de alcanzar

pesos de primer servicio a los dos años de edad de 350 kg, lo que asegura un porcentaje de preñez temprana de 85-90%.

- El pastoreo de áreas asociadas a la forestación podría tener efectos benéficos «per-se» a través de una mejora en la producción individual en el ganado, particularmente en verano. Animales de recría pastoreando áreas de bajo con acceso a sombra natural de montes durante el verano experimentan ganancias de peso superiores a vaquillonas que no tienen acceso a esa sombra. La magnitud de ese incremento en performance animal está entorno al 50% (250 gramos/día por encima de un testigo de 500 gramos/día). La reducción en los requerimientos de mantenimiento de los animales con acceso a sombra podrían estar explicando estos resultados, y marca una importante sinergia entre la forestación y la ganadería.

- En lo que respecta al potencial efecto benéfico de los montes proporcionando abrigo al ganado, los resultados presentados en este trabajo sugieren que el acceso voluntario a montes de abrigo no parecería ser efectivo en reducir o amortiguar la pérdida de peso invernal observada en animales de recría pastoreando áreas adyacentes a la forestación. Para el período considerado en este experimento, la combinación de temperatura y humedad evaluada a través de indicadores de sensación térmica, no generó escenarios de stress térmico severo, lo que podría estar explicando la ausencia de efecto del acceso a montes de abrigo. Es necesario generar más información para evaluar el efecto del abrigo en las condiciones nacionales con experimentos plurianuales que permitan cuantificar el efecto año.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa UPM por estimularnos a trabajar sobre la producción ganadera asociada a la forestación y por su decidido apoyo a nuestros trabajos de investigación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Beretta, V., A. Simeone, O. Betancur. 2013. Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. *Revista Agrociencia* v. 17, n.1, p.131-140.

Beretta, V.; Simeone, A; D. Cortazzo; G. Viera. 2010. Efecto de la sombra en corrales de engorde durante el verano sobre la performance de vacunos. *Revista Argentina de Producción Animal*, v. 30 Supl 1, p. 550-551, 2010.

NRC (National Research Council). 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Update 2000. 7a. Revised Ed. Ed. National Academy Press. Washington D.C. USA. p. 232

Quintans, G.; Vaz Martins, D. D. 1994. Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. In: Bovinos para carne; Avances en la suplementación de la recría e invernada intensiva. Serie actividades de difusión N° 34. INIA Treinta y Tres. pp. 16-20.

Rasby, R.J.; Kononoff, P.J. 2010 Understanding and using a feed analysis report. University of Nebraska. Lincoln Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources. <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1892.pdf>

Simeone, A.; Buffa, J.I.; Andregnette, B. 2009 Variables determinantes del resultado físico y económico de la ganadería en suelos sobre cristalino. pp 17-41 In: Sistemas de cría y ciclo completo de la región de Cristalino. Proyecto FPTA-150 Alternativas tecnológicas para la mejora del resultado físico y económico en sistemas ganaderos de ciclo completo de la región de Cristalino. Serie técnica de INIA. 70 p.

Simeone, A., Caorsi, C.J 2010 Los números de la ganadería en la forestación: la experiencia del proyecto ganadero de Forestal Oriental. In. La forestacion y la Ganderia en el Uruguay. Forestal Oriental-UPM. Montevideo. p. 7-23.

Simeone, A., Beretta, V., Caorsi, C.J. 2010a. ¿Es importante la sombra que prorcionana los montes de la forestación para la performance del ganado de carne durante el verano? In. La forestacion y la Ganderia en el Uruguay. Forestal Oriental- UPM. Montevideo. p. 27-38.

Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J.C., Cortazzo, D., Viera, G. 2010b. La problemática del verano en la recría y engorde de ganado de carne en condiciones de pastoreo y de corral. In: 12ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC). Ganadería a pasto, feedlot e Industria Frigorífica: ¿es posible una integración de tipo ganar-ganar en la cadena de la carne?». (Ed. A. Simeone y V. Beretta). Facultad de Agronomía, EEMAC. p. 56-63.

Simeone, A., Beretta, V., Caorsi, C.J. 2010c. Efecto de la sombra natural sobre la performance estival de vaquillonas pastoreando campo natural de áreas forestadas. III Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (4-5 de noviembre de 2010). *Agrociencia*, v. 14, n. 3, p. 137.

Whittier, J. 1993. Hot weather livestock stress. University of Missouri. <http://extension.missouri.edu/publications> (acceso 15-08-2010)

# EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA INCLUSIÓN DE LA FORESTACIÓN EN LOS SISTEMAS GANADEROS

J.I. Buffa<sup>1</sup>, G. Canan<sup>1</sup>, D. Varalla<sup>1</sup>.

## RESUMEN

La forestación se ha constituido como un rubro de diversificación productiva para muchas empresas agropecuarias. La inserción de un rubro con horizonte de producción largo en el tiempo obliga a las empresas a realizar un proceso de reflexión de carácter estratégico del negocio. Se han abierto muchas posibilidades de insertar la forestación, lo que se pretende en el documento es abordar el negocio forestal en su inserción en esquemas ganadero. Un primer aspecto es dimensionar la cantidad de área potencial para realizar forestación en el Uruguay que llega a más de 4 millones de hectáreas en caso de que no opere ninguna restricción, hoy el Uruguay tiene 800 mil hectáreas de monto nativo y 1 millón de hectáreas con forestación comercial. Esto deja en evidencia que existe brecha para el aumento de la forestación en el Uruguay por lo tanto resulta relevante la discusión de la forma en que insertamos este rubro dentro de las empresas. Se analizó la inserción de la forestación en dos sistemas ganaderos: uno de cría y otro de ciclo completo. La inserción de la forestación se realizó bajo un esquema de renta. Para estos casos se constató que en primer lugar existe una mejora en los resultados económicos de los dos sistemas. En el sistema de cría el ingreso neto mejora en un 40% mientras que en el sistema de Ciclo Completo la mejora constatada es de 17%. Este diferencial de mejora según el sistema responde a la diferente productividad de base de la ganadería, por lo que entender y tener cuantificado cuanto producen los sistemas ganaderos es relevante para dimensionar el impacto de la diversificación a través del rubro forestal. La posibilidad de incorporar la forestación en los sistemas de producción constituye una herramienta que por un lado permitirá mitigar parcialmente el riesgo precio de productos al tener una relativa baja relación los precios ganaderos con los forestales y por otro lado bajo este esquema de análisis permitiría mejorar el resultado del ingreso neto en un porcentaje importante para los dos sistemas analizados.

---

<sup>1</sup> Apeo Asesoramiento Agropecuario, Juncal 1420 Montevideo Uruguay

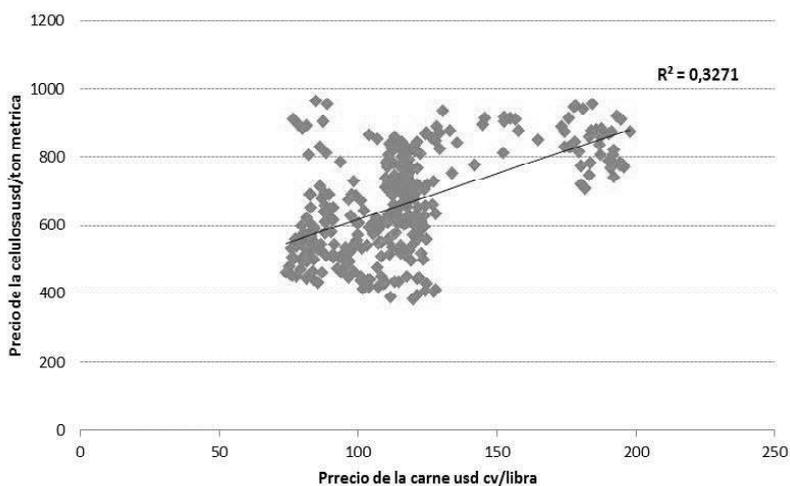
## INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos que tienen las empresas es lograr en forma sostenida y creciente un aumento en el resultado económico. En pos de lograr dicho objetivo las empresas exploran diferentes estrategias. Trabajan en la mejora de los procesos, gestionan mejor los recursos como las pasturas, el ganado, otras empresas exploran cambios dentro de los sistemas de producción incorporando o sustituyendo distintas categorías de animales a su sistema de producción o se diversifican a través de la producción de semilla fina, agricultura o forestación.

Cuando se inicia un proceso de diversificación en los sistemas de producción los objetivos pueden ser múltiples, entre ellos está la diversificación biológica o la referida a precios. En el caso de este último objetivo la condición necesaria para que se cumpla, es que no debería existir relación entre el precio de lo que produzco en mi actual sistema con los precios del rubro que pienso incorporar para diversificarme.

La forestación muchas veces es considerada como una de las alternativas que existen para diversificar la canasta de productos de la empresa. Es por ello que resulta relevante analizar cómo se relacionan los precios de la carne y la madera.

En el grafico 1 se muestra la relación que hay entre el precio de la carne a nivel mundial y el precio de la celulosa.

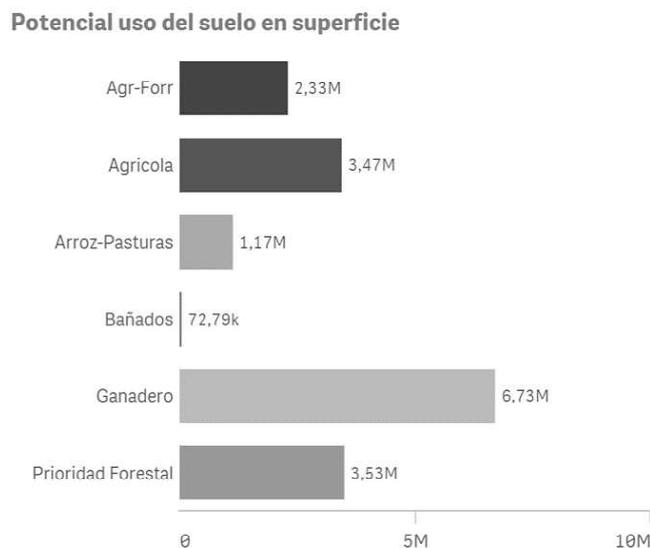


**Gráfico 1:** Relación de precios entre la Celulosa y la Carne (fuente: indexmundi.com).

El grafico muestra que no existe una relación fuerte entre el precio de la carne y el precio de la celulosa, por lo que incorporar un rubro como la forestación cumple con el objetivo de tener un ingreso cuya relación de precios es baja con respecto al rubro principal. Cabe aclarar que este análisis es relevante en tanto el modelo de negocio definido para incorporar la forestación este asociado a la dinámica de precios forestales. Si defino que el ingreso será función de algún precio ganadero, no estaré explorando la posibilidad de diversificar ingresos con rubros que sean relativamente independientes.

Vimos que al iniciar un proceso de diversificación, en este caso con forestación, uno de los elementos relevantes es que exista baja relación entre los precios del rubro principal y el rubro con el cual voy a diversificar, aspecto que ya lo analizamos anteriormente.

Una de las características más importante de un sistema de producción lo constituye la matriz de suelo que tenga, por esto mostramos en el siguiente grafico por CONEAT como sería el potencial de uso de suelo del país.



**Gráfico 2:** Potencial de uso de suelo de Uruguay.

El país por potencial de suelos podría, en caso que las relaciones de precio lo justifiquen y de no mediar restricciones asociadas a infraestructura, ubicación, costo de flete, tener un uso de suelo como describe el gráfico anterior (gráfico 2). Además de estas restricciones ya mencionadas otro factor que hay que considerar a la hora de no explorar este uso potencial del suelo, es el empresario, que puede por algún motivo decidir no explorar el potencial de uso del suelo. Algo importante para aclarar es que cualquier suelo puede ser ganadero pero no todos los suelos pueden ser agrícolas o forestales.

Existen 6,7 millones de hectáreas (39% del total país), definidas con un uso ganadero, que por CONEAT no podrían pasar a integrar una rotación agrícola o agrícola-forrajera, y si podría realizarse mejoramientos extensivos.

Existen 5,8 millones de hectáreas (33% del total país) con potencial para una rotación agrícola-forrajea o agrícola, lo cual marca un potencial inexplorado lo que en largo plazo entendemos constituye una oportunidad para el país en general.

En cuanto al área con prioridad forestal llega a los 3,5 millones de hectáreas, considerando que existen forestadas 1 millones de hectáreas (cifras al 2013), entendemos que existe un potencial de crecimiento interesante desde lo productivo. También podríamos sumar hasta el 8% de los otros suelos por lo que se agregaría un potencial cercano a 1 millón de hectáreas, llegando el país a 4,5 millones de hectáreas aproximadamente.

Esta mirada sobre el potencial de uso del suelo, más allá de cuantificar las áreas, nos permite reflexionar sobre el futuro de los sistemas, surgiendo la siguiente pregunta: ¿en el largo plazo los sistemas no tenderán a realizar en los campos lo que mejor se ajuste en términos agroecológicos? No es objetivo contestar esta pregunta en este breve documento pero si es dejar planteada la inquietud de reflexionar

sobre la evolución del uso de suelo de su empresa en la historia reciente (10 – 15 años) y como se imagina la misma hacia adelante (20 años).

El solo hecho de «ponerse a pensar» en la empresa en el largo plazo genera procesos de reflexión importantes sobre la realidad de la misma, pero sobre todo analizar si las acciones que se están llevando adelante en el presente nos acercan a ese futuro imaginado.

## **UNA FORMA DE ANALIZAR LA INSERCIÓN DE LA FORESTACIÓN EN SISTEMAS GANADEROS.**

El objetivo de este breve artículo es presentar una forma de evaluar en términos económicos la inserción de la forestación en los sistemas de producción con base ganadera.

En este bloque lo que plantearemos son los supuestos sobre los cuales realizaremos el análisis.

Todo sistema de producción tiene como base fundamental los recursos agroecológicos sobre los que se sustenta. Cualquier sistema de producción presenta una alta variabilidad del recurso suelo, es por ello que a los efectos del análisis hemos tomado un sistema de producción que tiene las siguientes características:

Sobre este recurso analizaremos dos sistemas de producción:

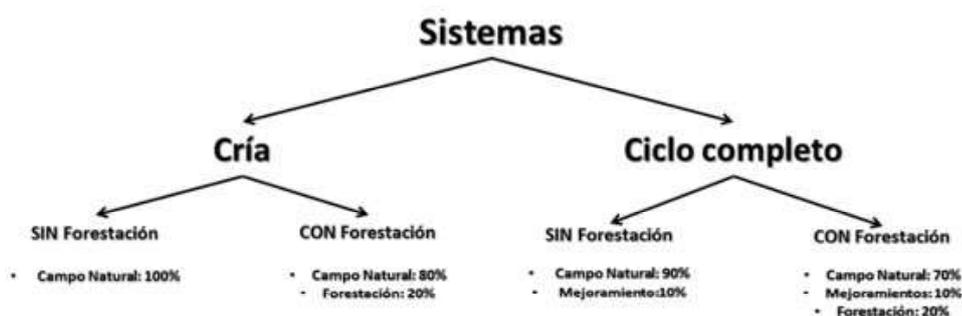
1. Sistema Criador Tradicional: Sistema con 73% de marcación que vende vaca flaca y toda su producción de terneros y terneras (luego de retener la reposición) en otoño. Este sistema se desarrolla sobre campo natural.

2. Sistema de Ciclo Completo: Es un sistema que vende sus novillos gordos a los 3 a 3 años 1/2, vende las vacas de descarte gordas y las terneras excedentes las vende al destete, en otoño. Para llevar adelante este sistema de producción se tienen 100 hectáreas de praderas y verdeos.

El campo natural que se menciona en los sistemas tiene dos productividades, para el 70% del área tiene una productividad de 3,5 toneladas/ha/año, mientras que para el 30% restante de área tiene una productividad de 2,8 toneladas/ha/año

Tomando como base estos dos sistemas ganaderos, vamos a insertar la forestación en un 20% del área, tanto para el sistema de Cría como para el sistema de Ciclo Completo. La forestación se inserta en el área de menor producción de pasto de la empresa.

De manera de resumir el enfoque de análisis presentamos el siguiente esquema (ilustración 1) en donde se muestra: los sistemas de producción, el uso del suelo de cada uno de ellos y la inserción de la forestación.



**Ilustración 1:** Descripción de los sistemas a analizar.

En la ilustración 1 se muestra la descripción de los 4 sistemas de producción que vamos a analizar: Cría y Ciclo Completo con y sin forestación.

Los precios ganaderos utilizados corresponden a los publicados por INAC y ACG para las semana del 17 al 22 de octubre.

La inserción de la forestación se realizara en base a renta que a los efectos de este trabajo es 140 USD/ha forestada.

En el cuadro 1 se muestran los resultados de los cuatro sistemas definidos.

**Cuadro 1:** Resultados Físicos y Económicos de los distintos sistemas de producción.

	Sistema	Sistema Criador		Ciclo Completo		
		Forestación	NO	SI	NO	SI
	% CN		100%	80%	90%	70%
	% Forestación		0%	20%	0%	20%
	% Pasturas Intensivas		0%	0%	10%	10%
<b>Superficie de Pastoreo</b>	<b>ha</b>		<b>1000</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>800</b>
Producto Bruto Ganadero	U\$S/ha Util		122	101	151	130
Producto Bruto Forestal (renta)	U\$S/ha Util		0	28	0	28
PB total	U\$S/ha Util		122	129	151	158
Costos Variables	U\$S/ha Util		15	12	30	28
<b>Margen Bruto Total</b>	<b>U\$S/ha Util</b>		<b>107</b>	<b>117</b>	<b>122</b>	<b>130</b>
Costo de Estructura	U\$S/ha Util		75	75	75	75
<b>Margen Neto</b>	<b>U\$S/ha Util</b>		<b>32</b>	<b>42</b>	<b>47</b>	<b>55</b>
Carne vacuna	Kg/ha Pastoreo		85	88	110	118
Vacunos	UG/ha.p.		0,70	0,73	0,88	0,94
Vacas entoradas	cabezas/ hectarea		0,55	0,57	0,39	0,41
<b>Ventas</b>						
Terneros	cabezas/ha		0,20	0,21	0,00	0,00
Terneras	cabezas/ha		0,06	0,06	0,04	0,05
Vacas Flacas	cabezas/ha		0,13	0,13	0,00	0,00
Vacas Gordas	cabezas/ha		0,00	0,00	0,09	0,09
Novillos Gordos	cabezas/ha		0,00	0,00	0,13	0,14

En el cuadro 1 se muestran los principales indicadores económicos y físicos de los cuatro sistemas de producción ya mencionados.

El sistema de Cría con los precios considerados tiene un Margen Bruto de 107 USD/ha que descontando los costos de estructura llegamos a 32 USD/ha de ingreso neto. La producción de carne se ubica en los 85 kg/ha de superficie de pastoreo ganadero. Cuando en este sistema incorporamos la forestación vemos que el ingreso neto aumenta a 42 USD/ha esto constituye un 30% de incremento. La incorporación de la forestación se da en los campos naturales menos productivos por lo que cuando analizamos la productividad medida como producción de carne vemos que aumenta, esto se debe a que los campos que quedan luego de incorporar la forestación son los de mayor productividad. Recordemos que la forestación se está insertando en forma de renta con un valor de 140 USD/ha.

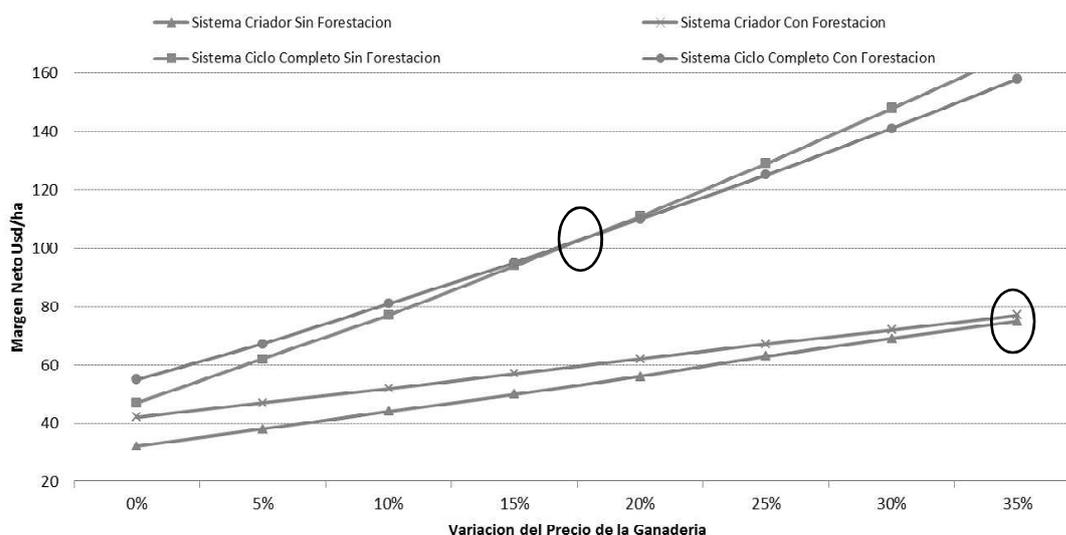
Cuando analizamos el impacto de incorporar la forestación en un sistema de Ciclo Completo que tiene un 10% de mejoramientos vemos que es positivo, mejora el ingreso neto pero lo hace a una tasa de 17% (55 vs 47), siendo inferior al que constatamos con el sistema de cría.

Vemos que le productividad física del Ciclo Completo es de 110 kg de carne/ha, superior al sistema criador por el cambio de sistema y por mayor área mejorada y cuando en este sistema de producción se incorpora la forestación aumenta la productividad física a 118 kg/ha de superficie de pastoreo, por los mismos motivos que expresábamos con el sistema de Cría.

Esta mejora diferencial para el sistema de Ciclo Completo frente al sistema de Cría es explicada por la diferencia de productividad de base de cada uno de los sistemas. Recordemos que estamos analizando sobre el mismo campo, con la diferencia que un sistema exploró cambio en la estructura del stock (pasó de ser Criador a ser Ciclo Completo) y además tiene 10% del área mejorada.

En definitiva lo que quiere decir esto es que cuanto mejor ganadero sean los sistemas, ya sea por producción de pasto, sistema de producción, manejo; el impacto de incorporar la forestación será menor.

En el grafico 3 se muestra cual es el precio de equilibrio ganadero para los sistemas que incluyeron forestación en clave de renta.



**Gráfico 3:** Punto de equilibrios sistemas sin forestación y con forestación ante cambios en los precios ganaderos.

Una de las preguntas que siempre surgen cuando incorporamos la forestación es como queda mi sistema ante cambios de los precios relativos de la ganadería con la forestación. En la gráfica anterior se muestra el punto de equilibrio para los sistemas de Cría y Ciclo Completo ante el aumento de precios de la ganadería. Se muestra cómo impacta la mejora de los precios para los sistemas con forestación y sin forestación.

Vemos que el punto de equilibrio en cuanto a precios ganaderos para el sistema de Cría se ubica en un 35% de incremento de los precios actuales, lo que significaría un ternero a 2,90 USD/kg.

Cuando analizamos el punto de equilibrio del sistema de Ciclo Completo se ubica en 20% de incremento de precios ganaderos. Esto significaría un precio de novillo gordo de 4,32 USD/kg en cuarta balanza.

Se observa que el punto de equilibrio para los sistemas de Ciclo Completo es inferior que para los sistemas de Cría, esto obedece a lo que ya mencionábamos sobre el punto de partida del sistema, cuanto más eficiente en términos ganaderos sea el sistema de base, el valor del precio del ganado para lograr el equilibrio entre el sistema con forestación y sin forestación se reduce.

## **COMENTARIOS FINALES.**

Los sistemas de producción tienen la obligación permanente de analizar los mecanismos de mejora del resultado económico de la empresa. En este proceso el conocimiento profundo sobre las condiciones de suelo de cada empresa parece un aspecto obvio, pero que entendemos es necesario profundizar y agregar al tradicional conocimiento empírico todo el conjunto de nuevas herramientas como índice verde e imágenes satelitales, que contribuyen en avanzar en la comprensión de los diferentes tipos de suelo de la empresa y el comportamiento productivo de los mismos.

La posibilidad de incorporar la forestación en los sistemas de producción constituye una herramienta que por un lado permitirá mitigar parcialmente el riesgo precio de productos al tener una relativa baja relación los precios ganaderos con los forestales y por otro lado bajo este esquema de análisis permitiría mejorar el resultado del ingreso neto en un porcentaje importante.

El impacto por la incorporación de la forestación en los sistemas de producción ganaderos será diferencial en función de la productividad de base de los sistemas, por los motivos que fuera, producción de pasto, manejo, sistemas de producción. Cuanto mejor sean en estos aspectos, menor será el impacto marginal de la incorporación de la forestación.

Un aspecto que entendemos importante y de carácter cualitativo es que al incorporar, bajo el esquema que sea, un rubro como la forestación que tiene ciclos productivos largos obliga a las empresas a pensarse en el largo plazo y esto constituye un aspecto positivo en sí mismo.



Actas del I Seminario en Sistemas Silvopastoriles  
Integración Ganadería Forestación - Revista N° 1  
Melo - Uruguay, 18 de octubre de 2017

Editores: Carolina Viñoles, Jean Kássio Fedrigo, Valentina Benítez, Rodrigo Santa Cruz  
Fotografía: Luis Petrini; Archivo Polo Agroforestal  
Impresión: RNgraf Impresores  
ISBN 978-9974-91-748-4

Polo Desarrollo Universitario  
«Centro de Salud Reproductiva de Rumiantes en Sistemas Agroforestales» – UDELAR  
Ruta 26 - Km. 408 - Bañado de Medina - Cerro Largo - Uruguay  
Tels.: 4642 6290 - 4640 2445  
[www.poloagroforestal.edu.uy](http://www.poloagroforestal.edu.uy)

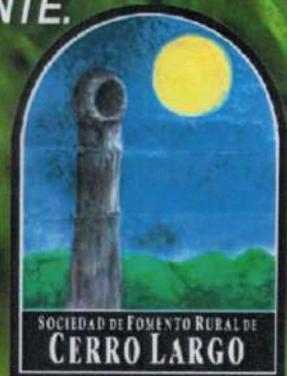
# Sociedad de Fomento Rural de Cerro Largo

DESDE 1968 "LA CASA DEL PRODUCTOR"



## LA VETERINARIA MÁS COMPLETA DE LA REGIÓN

- ★ SEMILLAS 100% GARANTIDAS, FERTILIZANTES, FITOSANITARIOS Y TODO LO NECESARIO PARA UN BUEN RESULTADO EN SUS CULTIVOS.
- ★ TODO EN BARRACA Y FERRETERÍA.
- ★ TALABARTERIA, ROPA DE TRABAJO, JARDINERIA, RIEGO, REGALOS...
- ★ ASESORAMIENTO VETERINARIO Y AGRONÓMICO PERMANENTE.

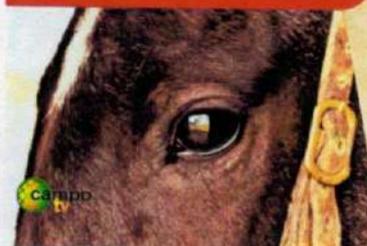


Bvar. Matta 875 - Melo, Cerro Largo - ROU - Tel.: 4642 22723 - 4642 2838 - 4642 4706 - 098 825 010.

5 al 8 **EXPOMELO 2017**

DOMINGO 8 OCTUBRE

**EXPOMELO 2017**



QUINTO REMATE  
**TIERRA de CRIOLLOS**  
25 YEGUAS PEDIGREE SELECCIONADAS  
25 CABAÑAS

JUEVES 12 LOCAL CONVENTOS

MARTES 17 LOCAL CONVENTOS

SABADO 21 ESTANCIA SAN CRISTOBAL

JUEVES Y VIERNES 26/27 RURAL PRADO

**ABERDEEN ANGUS DE SAN ALBERTO**  
19° REMATE ANUAL  
50 TOROS NEGROS Y COLORADOS PUROS CONTRAQUEADOS SA  
60 VAQUILLONAS SA

**EL GAVILÁN**  
10 TOROS  
10 VAQUILLONAS **BRADFORD**  
La Arachana 20 Polled Hereford  
El Charco 6 Toros Limangus

Estancia y Cabaña **San Cristóbal**  
GENETICA Y RUSTICIDAD  
25° REMATE ANUAL  
60 Toros Polled Hereford  
60 Vaquillonas 2 años PI MH  
5 Yeguas y 5 Caballos PI

**PANTALLA URUGUAY**  
PANTALLAURUGUAY.COM.UY

**18 MARTILLO DE ORO CONSECUTIVO**

MARTES 7 LOCAL CONVENTOS

SABADO 11 BAÑADO MEDINA

MARTES 21 LOCAL CONVENTOS

Cabaña **"EL SILENCIO"** de Settembri e Hijos  
7° REMATE ANUAL  
**HEREFORD**  
30 TOROS 40 VAQUILLONAS

Marco festival de Escuela 58  
4° EDICION  
**PROYECTO MACHOS CASTRADOS PI**

**PRIMAVERAL DEL CONVENTOS**  
6° REMATE ANUAL  
**VIENTRES Y TOROS SELECCIONADOS TODAS LAS RAZAS**  
RECIBIMOS INSCRIPCIONES

MIÉRCOLES 22 LOCAL DON BOSCO TUPAMBAÉ

SABADO 25 LOCAL CONVENTOS

MIÉRC. Y JUEV. 29/30 RURAL PRADO

**REMATE ANUAL** Juan A. Godino Silveira e Hijos  
**ABERDEN ANGUS** SOLA MARCA  
TODAS LAS CATEGORIAS Local Don Bosco - Tupambaé

**REMATE ANUAL**  
**Criollos da Fronteira**  
www.criollosdafronteira.com

**PANTALLA URUGUAY**  
PANTALLAURUGUAY.COM.UY



MELO  
Dr. Herrera 293  
Tel: (+598) 4643 0536  
MONTEVIDEO  
Dr Gabriel Otero 6591  
Tel: (+598) 99 264 557



**FERIAS MENSUALES**

- LOCAL CONVENTOS MELO
- LOCAL LIGA DE TRABAJO FRAILE MUERTO
- SARANDÍ DE BARCELÓ RUTA 26 KM. 54
- LOCAL PARA O VERGARA
- LOCAL GIGENA BATLLE Y ORDOÑEZ
- LOCAL DON BOSCO TUPAMBAÉ

www.danielsilveira.com.uy

VIERNES 1 CENTRO RAIDISTA DE CERRO LARGO

JUEVES 21 RURAL PRADO

**CRIOLLOS**  
RUSTICIDAD Y RESISTENCIA COMPROBADA  
**LOS CEIBOS**  
Alm. Ignacio - Santa Elena  
23 Criollos PI  
13 Yeguas de andar  
2 castrados  
6 Yeguas de manada preñadas

**PANTALLA URUGUAY**  
PANTALLAURUGUAY.COM.UY

OCTUBRE

NOVIEMBRE

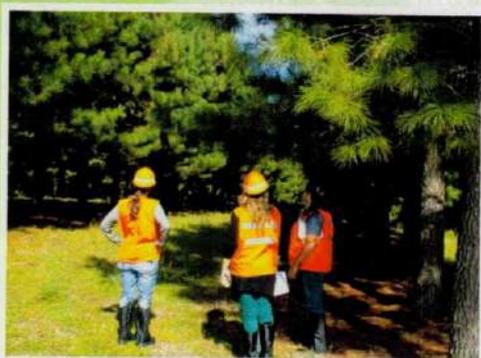
DICIEMBRE

# I Seminario en Sistemas Silvopastoriles

## PRODUCCIÓN INTEGRADA PARA MAXIMIZAR LA RENTABILIDAD



La organización del I Seminario en Sistemas Silvopastoriles es parte de las actividades de extensión realizadas por el Polo Desarrollo Universitario "Centro de Salud Reproductiva de Rumiantes en Sistemas Agroforestales".



Actualmente el equipo de trabajo está conformado por docentes Grado 4 (Dr. Carolina Viñoles, especialista en reproducción de rumiantes), Grado 3 (Dr. Jean Fedrigo, especialista en pasturas) y Grado 2 (Ing. Agr. Valentina Benítez, especialista en producción forestal) y un técnico en formación permanente (Br. Rodrigo Santa Cruz, estudiante avanzado de Veterinaria). Con sede en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt en el departamento de Cerro Largo (Uruguay), el mencionado polo empezó sus actividades en diciembre de 2016 y tiene como misión promover la educación de excelencia en sistemas agroforestales, interaccionando de forma ética y productiva con la comunidad para el desarrollo social y tecnológico.

