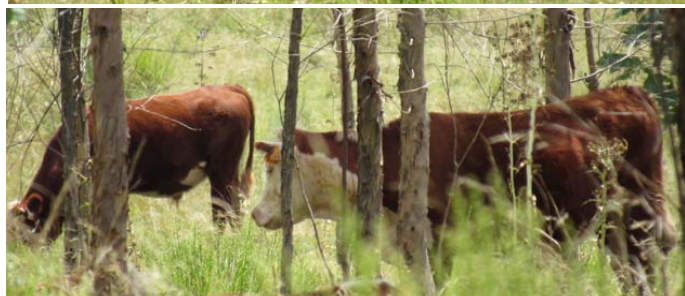




**INSTITUTO  
NACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA  
URUGUAY**



**EVALUACIÓN DE LA  
SUSTENTABILIDAD DE LOS  
SISTEMAS PRODUCTIVOS  
SILVOPASTORILES Y  
SISTEMAS FORESTALES  
EXISTENTES EN EL PAÍS Y  
SU RELACIÓN CON LA  
PRODUCCIÓN DE BOVINOS  
DE CARNE**

Junio, 2020

**SERIE  
FPTA-INIA**

**87**

# **EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS SILVOPASTORILES Y SISTEMAS FORESTALES EXISTENTES EN EL PAÍS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS DE CARNE**

## **Proyecto FPTA - 311 Sistemas Silvopastoriles y Bienestar Animal**

**Responsable del proyecto:** DMTV, MSc, Stella Maris Huertas Canén<sup>1</sup>

**Institución ejecutora:** Facultad de Veterinaria. UdelaR

**Equipo de trabajo:** Lic. MSc. Pablo E. Bobadilla Robledo  
Ing. Agr. Hernán Bueno Larroque  
DMTV Déborah César Blanco  
DMTV Fernando Vila Hill  
DMTV MSc. José Piaggio Mazzara  
DV PhD. Andrés Gil Rodríguez  
DMTV José Luis Callero Cassou  
Lic. Emilie Akkermans Van der Laar

---

<sup>1</sup>Doctor en Medicina y Tecnología Veterinaria, Magister en Salud Animal; Encargada del Departamento de Bioestadística e Informática, Área de Bioestadística; Centro Colaborador de OIE en Bienestar Animal y Sistemas de Producción Pecuarios. Facultad de Veterinaria-Universidad de la República.

Título: EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS SILVO-PASTORILES Y SISTEMAS FORESTALES EXISTENTES EN EL PAÍS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS DE CARNE

**Responsable del proyecto:** Stella Maris Huertas Canén; DMTV, MSc

Equipo de trabajo: Lic. MSc. Pablo E. Bobadilla Robledo  
Ing. Agr. Hernán J. Bueno Larroque  
DMTV Déborah César Blanco  
DMTV Fernando Vila Hill  
DMTV MSc. José Piaggio Mazzara  
DV PhD. Andrés Gil Rodríguez  
DMTV José Luis Callero Cassou  
Lic. Emilie Akkermans Van der Laar

e-ISBN:978-9974-38-443-9

**Serie:** FPTA N° 87

© 2020, INIA

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA  
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay  
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

# Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

---

## Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr. José Bonica - Presidente

Ing. Agr. Walter Baethgen - Vicepresidente



Ministerio  
de Ganadería,  
Agricultura y Pesca

Ing. Agr. Rafael Secco

Ing. Agr. Martín Gortari



Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry



## FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) fue instituido por el artículo 18º de la ley 16.065 (ley de creación del INIA), con el destino de financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario del Uruguay, no previstos en los planes del Instituto. El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 40/00 del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin. EL FPTA es un instrumento para financiar la ejecución de proyectos de investigación en forma conjunta entre INIA y otras organizaciones nacionales o internacionales, y una herramienta para coordinar las políticas tecnológicas nacionales para el agro. Los proyectos a ser financiados por el FPTA pueden surgir de propuestas presentadas por: a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones. b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA. c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

En todos los casos, la Junta Directiva del INIA decide la aplicación de recursos del FPTA para financiar proyectos, de acuerdo a su potencial contribución al desarrollo del sector agropecuario nacional y del acervo científico y tecnológico relativo a la investigación agropecuaria.

El INIA a través de su Junta Directiva y de sus técnicos especializados en las diferentes áreas de investigación, asesora y facilita la presentación de proyectos a los potenciales interesados. Las políticas y procedimientos para la presentación de proyectos son fijados periódicamente y hechos públicos a través de una amplia gama de medios de comunicación.

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos.

De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario. El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria contribuye de esta manera a la consolidación de un sistema integrado de investigación agropecuaria para el Uruguay.

A través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), INIA ha financiado numerosos proyectos de investigación agropecuaria a distintas instituciones nacionales e internacionales. Muchos de estos proyectos han producido resultados que se integran a las recomendaciones tecnológicas que realiza la institución por sus medios habituales.

En esta serie de publicaciones, se han seleccionado los proyectos cuyos resultados se considera contribuyen al desarrollo del sector agropecuario nacional. Su relevancia, el potencial impacto de sus conclusiones y recomendaciones, y su aporte al conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional, hacen necesaria la amplia difusión de estos resultados, objetivo al cual se pretende contribuir con esta publicación.

## PRÓLOGO

La ganadería bovina sufre en la actualidad uno de sus peores momentos por la mala imagen en la comunidad internacional. A los cuestionamientos de los movimientos animalistas, vegetarianos y veganos se le suman la inaceptable deforestación de la selva amazónica para ser transformada en nuevos latifundios ganaderos y campos para los monocultivos de soja.

Al ciudadano contemporáneo, en su mayoría habitante de zonas urbanas y conectado a medios de comunicación masiva y redes sociales, se le bombardea a diario con una visión terrible que tiene en la vaca un nuevo demonio que urge exorcizar. Por un lado está, dominante del mercado global, la producción industrial de gran escala que acapara y derrocha recursos tan valiosos como el agua, la energía fósil y los cultivos para engordar novillos o producir leche en modelos cada vez más artificiales, insensibles al bienestar de los animales, cargados de antibióticos, anabólicos y otras sustancias que terminan acumulándose en la carne y en la leche. Y, por otra parte, los aterradores incendios ocasionados por los depredadores de los bosques tropicales continúan ampliando las fronteras de sus haciendas luego de reducir a cenizas los templos de la biodiversidad y los territorios de los pueblos ancestrales. No en vano los movimientos en contra de la vaca crecen como espuma.

Pero en medio de estos extremos, existe la ganadería de pastoreo realizada en ambientes naturales, donde el pastizal es un ecosistema diverso y la herbivoría de animales domésticos es indispensable e insustituible. En vastas regiones del mundo, a través de la historia, el pastoreo de ganados moldeó tradiciones, estilos de vida y formas de relación con la naturaleza que terminaron conformando culturas que dignifican a la humanidad, además de alimentarla y de vestirla. En América Latina el proceso cumple tan solo cinco siglos, pero han sido más que suficientes para conformar, a través del mestizaje, territorios ganaderos pastoriles que son la columna vertebral de muchas economías medios de vida locales.

En nuestra región, la noción de «país ganadero» nos lleva obligatoriamente a la República Oriental del Uruguay. Con su historia fascinante, la ganadería de pastoreo está ligada a esta nación desde su nacimiento y con seguridad ayudó a conformar el talante de sus pobladores caracterizados por ser gente sencilla, inteligente, culta, reflexiva, pacífica y musical. Es difícil encontrar un mejor ejemplo de la simbiosis entre territorio manejado con ganados y la población. Pues para fortuna de todos, Uruguay tiene un modelo intermedio de ganadería que podemos calificar como muy cercana a lo que exige el desarrollo sostenible y es deseable que mejore, ayudado con las herramientas de la investigación científica adecuada.

Por todo lo anterior, es un honor y un gusto ofrecerle al lector, este documento que resume los esfuerzos de un proyecto de investigación en campo, llevado a buen término por un valioso grupo de investigación uruguaya que brilla en el concierto de América Latina por su convicción y sus aportes de nuevo conocimiento para el bienestar de los animales que se crían en pastoreo. Concebido y dirigido por la doctora Stella Maris Huertas directora del Programa Bienestar Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la Republica, tiene la fortuna de haberse rodeado de un equipo de investigadores entusiastas y comprometidos que merecen citarse: Pablo Bobadilla, Hernán Bueno, Deborah Cesar, Andrés Gil y José Piaggio.

El proyecto avanza sobre las tendencias modernas de la integración entre la ganadería y la actividad forestal, a través de diferentes sistemas silvopastoriles. Además de los resultados interesantes y alentadores, esta publicación permite aproximarse al reto de la investigación interdisciplinaria donde son tan importantes la pradera, los árboles, los animales y la gente que cuida los tres; cada tema con un número tan extenso de variables para medir, que cada una daría para una investigación independiente. Pero precisamente se trata de hacer ciencia integradora, tal como lo es la disciplina del Bienestar Animal que emplea el método científico para establecer las conexiones entre una diversidad de temas

que pueden ser técnicos, administrativos, económicos, de manejo y también de diferentes campos científicos como la fisiología (vegetal y animal), climatología, nutrición, salud animal, zootecnia y otros más.

Los capítulos del texto nos llevan por diferentes pasos del trabajo donde debo destacar la forma creativa de los jóvenes investigadores del equipo y su líder quienes enfrentaron retos complejos para obtener información confiable bajo condiciones reales de producción en campo. Son dignos de aplauso la pasión y la constancia para repetir observaciones y datos en el terreno cuando no existen parcelas controladas, situaciones homogéneas de experimentación ni costosos equipos. En conjunto es una investigación que puede tener debilidades en lo puntual, pero que, al ser realizada con los productores en sus propios campos, tiene la enorme virtud de aproximarse mejor a su realidad y facilitar la transformación de la misma.

Creo que Uruguay avanzará en los próximos años hacia una integración más estrecha e indispensable entre los usos forestales y la ganadería de pastoreo. Ambos modelos necesitan ser sostenibles en toda la complejidad del término y los retos son grandes. De ahí el valor de estas investigaciones y las que necesariamente deben hacerse en forma continua y sin desmayos. La inversión en conocimiento a través de grupos de investigación interdisciplinaria como el que lidera Stella Maris son la mejor manera de enfrentar los desafíos de una forma de la ganadería muy diferente a la que el mundo cuestiona.

Enrique Murgueitio R.

Director Ejecutivo, Fundación CIPAV  
Cali, Colombia

## AGRADECIMIENTOS

El equipo técnico del FPTA 311 desea agradecer a todas las personas e instituciones que de una forma u otra ayudaron a que este trabajo fuera posible, agradecemos en particular:

- A FORESUR Gie y sus productores ganadero-forestales del centro y sureste del Uruguay, por permitirnos ingresar periódicamente a sus predios a mover y pesar el ganado.
- En particular a los productores: Esc. Hugo Trías Montero propietario del establecimiento «Chaparro», al Sr. Jorge Diano propietario de «El Cebollati», a Forestal Caja Bancaria en las personas del Ing. Bavosi, Agustín, Martín y muy especialmente al Dr. José Luis Callero, por colaborar en la toma de datos y recibirnos periódicamente en los establecimientos.
- También agradecemos al «Grupo Canén» de Cerro Colorado.
- Un gran reconocimiento le brindamos al Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Colombia, en la persona del Dr. Enrique Murgueitio por el entusiasmo y la inspiración constante.
- Al INIA que nos aportó el soporte financiero que posibilitó la ejecución del proyecto.
- A la Ing. Agr. Cristina Polla por los valiosos aportes en los comienzos del proyecto.
- A Mica, Joaco, Martín y Vivian de la cátedra de Bioestadística de Facultad de Veterinaria, de la Universidad de la República.
- Deseamos agradecer también a la Ing. Agr. Sylvia Saldanha por sus importantes aportes en el tema de pasturas.



## CONTENIDO

Página

<b>1. BIENESTAR ANIMAL: CONCEPTO, DEFINICIONES Y FORMAS DE MEDIRLO .....</b>	<b>11</b>
<i>Stella M. Huertas, Pablo E. Bobadilla, Déborah César, José M. Piaggio y Andrés D. Gil.</i>	
<b>2. CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y SISTEMAS DE PASTURAS ABIERTAS DE ALGUNOS PREDIOS DEL CENTRO Y SURESTE DEL URUGUAY .....</b>	<b>16</b>
<i>Stella M Huertas, Pablo E. Bobadilla, Hernán J. Bueno, Fernando Vila, Déborah César, José L. Callero, José M. Piaggio y Andrés D. Gil.</i>	
<b>3. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE INDICADORES DE BIENESTAR EN BOVINOS DE RAZAS EUROPEAS PARA CARNE EN SISTEMAS SILVOPASTORILES Y EN SISTEMAS DE PASTURAS ABIERTAS .....</b>	<b>25</b>
<i>Stella M. Huertas, Pablo E. Bobadilla, Fernando Vila, Déborah César, Hernán J. Bueno, José M. Piaggio y Andrés D. Gil.</i>	
<b>4. CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE PASTURAS NATURALES EN DOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y UNO FORESTAL CON <i>EUCALYPTUS</i> ssp. RELATIVO A CAMPO NATURAL, EN EL CENTRO-SUR Y ESTE DE URUGUAY .....</b>	<b>32</b>
<i>Hernán J. Bueno, Pablo E. Bobadilla y Stella M. Huertas.</i>	
<b>5. CARACTERIZACIÓN FORESTAL EN CINCO ESTABLECIMIENTOS DEL CENTRO SUR Y SUR ESTE DEL URUGUAY .....</b>	<b>41</b>
<i>Milena González y Luis Guerrini. Editado por Stella M. Huertas.</i>	
<b>6. COMPORTAMIENTO DE LOS BOVINOS EN UN SISTEMA SILVASTORIL</b>	
<i>Pablo E. Bobadilla, Emilie Akkermans, Hernán J. Bueno y Stella M. Huertas.</i>	
<b>7. VALORACION DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD COMO MEDIDA CONFIABLE PARA EVALUAR EL ESTRÉS TÉRMICO EN GANADO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DE CLIMAS TEMPLADOS .....</b>	<b>47</b>
<i>Stella M. Huertas, Pablo E. Bobadilla, Emilie Akkermans y Andrés D. Gil.</i>	
<b>8. REFLEXIONES FINALES .....</b>	<b>61</b>
<b>9. FOLLETO INFORMATIVO: MANEJO DE ANIMALES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES ....</b>	<b>62</b>
<i>Stella M Huertas, Pablo E. Bobadilla y Hernán J. Bueno.</i>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Esquemas de diseños diferentes de plantación: a) 2 x 2, b) 4 x 2, c) 2 x 2 x 7 .....	19
<b>Figura 2.</b> Foto aérea del predio A, Lavalleja .....	20
<b>Figura 3.</b> Foto aérea de predios B, C y D, Florida .....	20
<b>Figura 4.</b> Foto aérea del predio C, Durazno .....	21
<b>Figura 5.</b> Foto aérea de un Sistema de Pastura Abierta con alguna concentración de árboles denominados «islas» .....	22
<b>Figura 6.</b> Foto aérea de un Sistema de Pastura Abierta (SPA) y Sistema de Silvopastoreo (SSP) contiguo, estudiado en el Predio B .....	23
<b>Figura 7.</b> Placas de suciedad en bovinos .....	26
<b>Figura 8.</b> Ejemplos de lesiones cutáneas en bovinos .....	27
<b>Figura 9.</b> Gráfico de evolución de peso corporal establecimiento A .....	28
<b>Figura 10.</b> Gráfico de evolución de peso corporal predio B .....	28
<b>Figura 11.</b> Gráfico de evolución de peso corporal de dos ensayos en el establecimiento C en el AÑO 1 .....	29
<b>Figura 12.</b> Gráfico de evolución de peso corporal de dos ensayos en el establecimiento C en el AÑO 2 .....	29
<b>Figura 13.</b> Foto ilustrando muestreo de pasturas .....	34
<b>Figura 14.</b> Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los potreros con SPA y SSP bajo estudio durante el invierno 2017, departamento de Florida .....	35
<b>Figura 15.</b> Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los potreros de SPA y SSP bajo estudio durante el verano 2016-17, departamento de Florida .....	35
<b>Figura 16.</b> Foto de plantación forestal en predio A, Lavalleja .....	44
<b>Figura 17.</b> Foto de plantación forestal en predio B, Florida .....	44
<b>Figura 18.</b> Foto de plantación forestal en predio C, Durazno .....	45
<b>Figura 19.</b> Foto de plantación forestal en predio D, Florida .....	45
<b>Figura 20.</b> Foto de plantación forestal en predio E, Florida .....	46
<b>Figura 21.</b> Ejemplo de zonificación de potreros CN1 .....	48
<b>Figura 21a.</b> Potrero SSP1 .....	48
<b>Figura 22.</b> Vista aérea de los potreros CN1, CN2, SSP1, SSP2 .....	49
<b>Figura 23.</b> Proporción de animales en estados conductuales en invierno SPA .....	51
<b>Figura 24.</b> Proporción de animales en estados conductuales en invierno SSP .....	51
<b>Figura 25.</b> Uso del espacio según sistema de producción para las observaciones de invierno .....	52
<b>Figura 26.</b> Proporción de animales en los diferentes estados conductuales en verano en SPA .....	53
<b>Figura 27.</b> Proporción de animales en diferentes estados conductuales en verano en SSP ....	53
<b>Figura 28.</b> Uso del espacio según sistema de producción para observaciones de verano .....	54
<b>Figura 29.</b> Ubicación de los sensores según tipo de potreros .....	57
<b>Figura 30.</b> Valores de ITH al mediodía enero de 2017 potreros_SSP1_SPA1 .....	58
<b>Figura 31.</b> Valores de ITH al mediodía enero de 2017 potreros_SSP2_SPA2 .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1.</b> Principios y criterios para medir el Bienestar Animal (Welfare Quality®) .....	12
<b>Tabla 2.</b> Análisis de las variables MS, PC, FDN, aFDNmo y FDAmo de las pasturas naturales del SPA y SSP del establecimiento bajo el Estudio N° 1, departamento de Florida .....	36
<b>Tabla 3.</b> Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los potreros de SPA y SSP bajo estudio durante el invierno 2016, departamento de Durazno .....	37
<b>Tabla 4.</b> Clasificación según tipo productivo y apetecibilidad de las especies de interés productivo del establecimiento bajo el Estudio N° 2 .....	37
<b>Tabla 5.</b> Análisis de las variables MS, PC, FDN, aFDNmo y FDAmo de los SPA y SSP del establecimiento bajo el Estudio N° 2, departamento de Durazno .....	38
<b>Tabla 6.</b> Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los SPA y SSP bajo estudio N° 3 durante el verano 2016, departamento de Lavalleja .....	38
<b>Tabla 7.</b> Clases diamétricas agrupadas según rango de DAP .....	41
<b>Tabla 8.</b> Resumen de los datos sobre la caracterización de las plantaciones forestales en 5 establecimientos bajo estudio, en el centro y sureste del Uruguay en otoño 2017 .....	43
<b>Tabla 9.</b> Valores promedio y Desvío Estándar (DE) de temperatura ambiente y humedad relativa de SSP y SPA en invierno y verano respectivamente. ....	50

Stella M. Huertas<sup>1,2</sup>;  
Pablo E. Bobadilla<sup>1,2</sup>; Déborah César<sup>2</sup>;  
José M. Piaggio<sup>1</sup>, Andrés D. Gil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Bioestadística e Informática. Lasplacas 1620, Montevideo, Uruguay  
<sup>2</sup> Centro Colaborador de OIE en Bienestar Animal y Sistemas de Producción Pecuarios.

# 1. BIENESTAR ANIMAL: CONCEPTO, DEFINICIONES Y FORMAS DE MEDIRLO

*Proyecto FPTA 311*

*Período de Ejecución: 01/02/14-31/07/17*

## I. INTRODUCCIÓN

El Bienestar Animal (BA) es un tema complejo, de múltiples facetas que incluyen aspectos científicos, éticos, económicos y políticos, así como aspectos culturales y religiosos, tal como lo expresa la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). La misma lo designa como el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere (OIE, 2019).

Un buen nivel de bienestar para el animal requiere prevenir las enfermedades, brindar cuidados veterinarios apropiados, refugio, manejo y nutrición adecuados, un entorno estimulante y seguro, una manipulación correcta y el sacrificio o faena de manera humanitaria (OIE, 2019a).

Según Fraser (1997, 2008, 2012, 2013) el BA es una ciencia que comprende a aquellas tales como la etología, fisiología, patología, bioquímica, genética, inmunología, nutrición y epidemiología, entre otras. Para el mismo autor, el concepto de BA incluye tres elementos claves: el funcionamiento adecuado del organismo del animal (lo que entre otras cosas supone que los animales estén sanos y bien alimentados), el estado emocional del animal (incluyendo la ausencia de emociones negativas tales como el dolor y el miedo crónico) y la posibilidad de expresar al menos algunas de las conductas normales propias de la especie. Por su parte, el Profesor Broom (1986) afirma que el BA es «el estado de un individuo tratando de adaptarse al medio ambiente que lo rodea».

La OIE, en tanto, reconoce la estrecha vinculación existente entre la salud y el bienestar de los animales, incluyéndolo como una de las prio-

ridades en sus planes estratégicos desde el año 2000 hasta la fecha (OIE, 2019a).

Estos conceptos antes mencionados, se encuentran reflejados en las «Cinco Libertades», surgidas en 1965 en el Reino Unido, por el Comité para el Bienestar de los Animales de Granja/*Farm Animal Welfare Committee* (FAWC) y comprenden la necesidad que los mismos se encuentren:

- libres de hambre, sed y desnutrición;
- libres de miedos y angustias;
- libres de incomodidades físicas o térmicas;
- libres de dolor, lesiones o enfermedades; y
- libres para expresar las pautas propias de comportamiento.

La Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establece el estrecho vínculo existente entre el uso de animales para diversos fines y el bienestar de los seres humanos (FAO, 2009).

Basados en estos principios y con criterios científicos, la OIE ha generado normas y directrices que figuran en el Código Sanitario para los Animales Terrestres (Código Terrestre) de la OIE, que resultan guías para los más de 180 países miembros de esta organización en materia de BA (OIE, 2019a).

Asimismo, la OIE creó el Centro Colaborador en Bienestar Animal y Sistemas de Producción Pecuarios en el año 2009, consorcio conformado por las Facultades de Veterinaria de las Universidades Austral, Chile; UNAM, México y Universidad de la República de Uruguay, con el cometido de realizar investigación, difusión y capacitación

en materia de BA en la región de las Américas (OIE, 2019b).

En las cadenas productivas se observa un gran número de actores involucrados, tales como productores, encargados de animales, transportistas, empleados de las plantas industrializadoras, profesionales, entre otros; quienes juegan un rol fundamental y si no desempeñan bien su tarea pueden llegar a deteriorar severamente el bienestar de los animales productores de alimento (Paranhos da Costa *et al.*, 2014). Estos actores claves deben estar debidamente formados para ser los motores del cambio global en materia de BA que se percibe para un futuro cercano (Grandin, 2000; Gallo, 2008, 2012; Gallo y Huertas, 2015; Huertas *et al.*, 2014).

### a) Bienestar Animal y su medición

El principio de las cinco libertades constituye una aproximación práctica muy útil al estudio del bienestar y especialmente a su valoración en explotaciones ganaderas, durante el manejo, el transporte y en el sacrificio de animales de producción. Además, estos conceptos han sido la base fundamental para la elaboración de legislación en la materia.

Según Manteca *et al.* (2019), a pesar de su gran utilidad, el principio de las cinco libertades presenta dos problemas. Por un lado, resulta en ocasiones excesivamente genérico y por otro lado algunas libertades se superponen.

El BA se puede medir a través de indicadores basados en el animal siempre complementados por aquellos basados en el medio ambiente que rodea al animal, teniendo claro que estos últimos utilizados aisladamente no son suficientes para emitir una conclusión certera acerca del BA (Broom, 2001; Huertas *et al.*, 2010; Manteca, 2018).

Existe la necesidad de medir el BA, pero ésta medición debe ser fundamentalmente a través de indicadores objetivos, válidos, confiables y prácticos, lo cual no resulta para nada sencillo.

Como respuesta a estos dilemas, el acercamiento del proyecto *Welfare Quality*<sup>®</sup> es de tener en cuenta. Este fue un proyecto de investigación de la Unión Europea (UE) que se inició en mayo de 2004 y tuvo una duración de cinco años. En el proyecto participaron más de 40 instituciones científicas de quince países distintos de la UE y 4 de América Latina (Brasil, Chile, México y Uruguay). Uno de los objetivos del proyecto fue poner a punto un sistema de valoración del BA a través de protocolos de medición que fueran aceptados por la UE y que incluyeran mayoritariamente medidas basadas directamente en los animales, a diferencia de otros protocolos que incluyen básicamente medidas basadas en el ambiente. Se desarrollaron así sistemas para evaluar de forma objetiva el BA tanto en establecimientos ganaderos como en el transporte y mataderos.

El mencionado proyecto definió 4 principios y 12 criterios de BA que se resumen en la Tabla 1 (Botreau *et al.*, 2007; Manteca, 2018).

**Tabla 1.** Principios y criterios para medir el Bienestar Animal (*Welfare Quality*<sup>®</sup>).

Principio	Criterio
Alimentación	Ausencia de hambre crónica Ausencia de sed crónica
Alojamiento	Confort en el descanso Confort térmico Facilidad de movimiento
Sanidad	Ausencia de lesiones Ausencia de enfermedades Ausencia de dolor causado por prácticas de manejo
Comportamiento	Expresión del comportamiento social Expresión de otras conductas Buena relación humano-animal Estado emocional positivo

Manteca, 2018.

Siempre se deben priorizar los indicadores basados en el animal que aportan información directa sobre el estado de salud y bienestar del mismo, a la vez que deben ser igualmente aplicables a cualquier tipo de explotación.

La condición corporal (CC) así como la ganancia de peso; el grado (*score*) de suciedad del animal, ya sea de los miembros como de la ubre (en caso de vacas lecheras); la presencia de lesiones visibles en piel y tegumentos, en miembros, articulaciones, rengueras, corrimientos (nasales, oculares, diarreas, etc.), constituyen medidas fehacientes verificadas en el propio animal.

Las concentraciones plasmáticas de algunas sustancias (ej. cortisol) o proteínas de fase aguda entre otras, también son indicadores del estado de bienestar de un animal. Sin embargo, su valoración debe realizarse en sangre o suero cuya obtención implica medios invasivos, por lo que no serán considerados en esta instancia (Huertas *et al.*, 2009). La frecuencia cardíaca, respiratoria y temperatura rectal son más usados, aunque se debe tener presente que para obtenerlos siempre algo de estrés se agrega.

Por otro lado, la observación del comportamiento de los animales proporciona información valiosa acerca de su bienestar con la gran ventaja que es una técnica no invasiva y se puede realizar a campo mediante la observación. El estudio del comportamiento (etología) es una herramienta muy importante en la evaluación del bienestar (Ocampo *et al.*, 2011).

Dentro de los indicadores productivos y/o sanitarios se encuentran los índices directos de morbi/mortalidad de diferentes patologías, incidencia/prevalencia de enfermedades multifactoriales, o índices indirectos de calidad de la carcasa a través de la presencia de lesiones (hematomas o machucones), calidad de la carne a través de la medida del pH, color, etc.

Asimismo, el confort térmico es de gran importancia para el bienestar del ganado (Herbut *et al.* 2018). Por lo que, el registro del índice de temperatura ambiente y de humedad relativa (ITH) conjuntamente con la observación de respiración atípica en los animales (jadeo) puede resultar de utilidad.

### **b) Bienestar Animal, estrés térmico y sistemas silvopastoriles**

El estrés por calor puede ser un problema serio para el ganado, disminuyendo el rendimiento, sobre todo en zonas tropicales, pero también puede ocurrir en zonas de clima moderado durante el verano (Legrand *et al.*, 2009; Herbut *et al.*, 2018). Una mejora en el confort térmico permite a los animales asignar un mayor porcentaje de tiempo a las actividades de pastoreo y rumia (Peri *et al.*, 2016), lo cual redundará en mejor salud y bienestar.

Una alternativa para proporcionar sombra natural a los animales son los Sistemas Silvopastoriles (SSP) donde se incorporan plantaciones de árboles y/o arbustos con animales de producción, integrando así las actividades forestales y ganaderas en una sinergia económica, social y ambiental (Polla, 2000).

Entre varios efectos encontrados se reporta que los animales en SSP parecen tener menos ansiedad y miedo en comparación a aquellos en pasturas abiertas, y esto ha sido asociado a una mayor posibilidad de ocultamiento total o parcial (Ocampo *et al.*, 2011). Por su parte Mancera *et al.* (2018) han encontrado que el ganado en SSP tiene mejor condición corporal que en los potreros sin árboles, siendo esta medida un fuerte indicador de bienestar.

Cabe destacar que las investigaciones antes mencionadas han sido realizadas en ganado índico y en países de climas tropicales, habiendo poca información sobre el bienestar del ganado europeo y en climas templados. Surge entonces la necesidad de generar información en condiciones de producción locales.

## **REFERENCIAS**

- Botreau R**, Veissier I, Butterworth A, Bracke MBM, Keeling LJ. 2007. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare* 16: 225-228.
- Broom DM**. 1986 Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*. Vol 142, 6: 524-526
- Broom DM**. 2001. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69, 4167-4175



- Farm Animal Welfare Committee (FAWC)** <https://www.gov.uk/government/groups/farm-animal-welfare-committee-fawc> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Fraser D, Weary DM, Pajor EA and Milligan BN.** 1997 A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare* 6: 187-205.
- Fraser D.** 2008. Understanding animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica* (2008) 50 (Suppl 1):S1 (disponible en: <http://www.actavetscand.com/content/50/S1/S1>) (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Fraser D.** 2012.- Future priorities for research and education in support of OIE standards. En presentaciones de la Tercera Conferencia Mundial de la OIE sobre BA, presentaciones. Disponible en: <http://www.oie.int/eng/AW2012/presentations.htm> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Fraser, D.; I.J.H. Duncan, S.A. Edwards, T. Grandin, N.G. Gregory, V. Guyonnet, P.H. Hemsworth S.M. Huertas, J.M. Huzzeya, D.J. Mellor, J.A. Mench, M. Špinká, H.R. Whay.** 2013 General Principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application. *The Veterinary Journal*, 198-1
- Gallo C.** 2008 Using scientific evidence to inform public policy on the long distance transportation of animals in South America. *Veterinaria Italiana* 44(1), 113-120.
- Gallo, C.** 2012 Bienestar animal y calidad de carne en Latinoamérica. In: *Bienestar Animal, Productividad y Calidad de la Carne 2ª Ed.* (Mota-Rojas, D., Huertas Canen, S., Guerrero-Legarreta, I., y Trujillo-Ortega, eds) Ed. Elsevier. Mexico, 3-11
- Grandin T.** 2000 *Livestock Handling and Transport*, 4th Edition. CABI Publishing: New York, USA.
- Gallo C. & Huertas S.** 2015 Main animal welfare problems in ruminant livestock during preslaughter operations: a South American view. *Animal*, page 1 of 8 © The Animal Consortium.
- Herbut P, Angrecka S, Walczak J.** 2018 Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle-a review. *Int J Biometeorol.* 62(12):2089–2097. doi:10.1007/s00484-018-1629-9
- Huertas S., Gil A., Piaggio J. & van Eerdenburg F.** 2010 Transportation of beef cattle to slaughter houses and its relation to animal welfare and meat quality in an extensive production system. *Animal Welfare*, 19, 281-285.
- Huertas S.M., Gallo C. & Galindo F.** Motores de las políticas de bienestar animal en las Américas. 2014 *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 33 (1), 55-66.
- Huertas SM, Paranhos da Costa M, Manteca X, Galindo F and Morales M.** 2009 An Overview of the Application of the Animal Welfare Assessment System in Latin America. In: *An Overview of the Development of the Welfare Quality® Project Assessment Systems. Welfare Quality Report No 12.* Linda Keeling (Eds) pp 70-89 ISBN 1-902647-82-3 ISSN 1749-5164
- Legrand AL, von Keyserlingk MA and Weary DM.** 2009 Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92: 3651-3658
- Mancera, K., Zarza, H., López de Buen, L., Carrasco García, A., Montiel Palacios, F. & Galindo, F.** 2018 Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. *Agronomy for Sustainable Development.* 38:19 <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0497-3> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Manteca, X.** 2018 Indicadores de bienestar animal y protocolos de valoración. II Conferencia sobre Veterinaria y Bienestar Animal Zaragoza, 16-17 de noviembre de 2018 (disponible en: [http://colvet.es/files/2\\_X\\_Manteca\\_Indicadores\\_y\\_protocolos.pdf](http://colvet.es/files/2_X_Manteca_Indicadores_y_protocolos.pdf)) (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Manteca X., Mainau E., Temple D.** ¿Qué es el bienestar animal? FAWEC Farm Animal Welfare Education Centre. disponible en: <https://www.fawec.org/es/fichas-tecnicas/23-bienestar-general/21-que-es-el-bienestar-animal> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Ocampo, A., Cardozo, A., Tarazona, A., Ceballos, M., Murgueitio, E.** 2011 La investigación participativa en bienestar y comportamiento animal en el trópico de América: oportunidades para nuevo conocimiento aplicado. *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias* 24, 332–346.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)** 2009 Creación de capacidad para la implementación de buenas prácticas de bienestar animal. Informe de la Reunión de expertos de la FAO. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0483s/i0483s00.htm> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)** 2019.- Bienestar Animal. Disponible en: <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)

- Organización** Mundial de Sanidad Animal (OIE) 2019a.- Código Sanitario para los Animales Terrestres, Cap 7. Disponible en: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-terrestre/acceso-en-linea/> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Organización** Mundial de Sanidad Animal (OIE) 2019b.- Lista de los Centros Colaboradores. Disponible en: <https://www.oie.int/es/nuestra-experiencia-cientifica/centros-colaboradores/lista-de-centros/> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Paranhos** da Costa M.; Huertas S.; Strappini A. & Gallo C. 2014 Handling and transport of cattle and pigs in South America. En: *Livestock, Handling and Transport*. 4th Ed. Edited by Temple Grandin, CABI.
- Peri**, P.L., Dube, F., Varella, A.C. 2016. Silvopastoral Systems in the subtropical and temperature zones of South America: An Overview. In: Peri P, Dube F, Varella A. *Silvopastoral Systems in Southern South America*. New York. Springer pp.1-9.
- Polla**, C. 2000 Experiencias en Sistemas Productivos Agroforestales y Silvopastoriles en Uruguay. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/manejo%20silvopastoril/31-sistemas\\_productivos\\_agroforestales\\_silvopastoriles\\_uruguay.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/31-sistemas_productivos_agroforestales_silvopastoriles_uruguay.pdf) (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Welfare Quality** Network 2018 <http://www.welfarequality.net/en-us/home/> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020).



**Stella M. Huertas<sup>1,2</sup>,  
Pablo E. Bobadilla<sup>1,2</sup>, Hernán J. Bueno<sup>2,3</sup>,  
Fernando Vila<sup>1,2</sup>, Déborah César<sup>2</sup>,  
José L. Callero<sup>1,5</sup>, José M. Piaggio<sup>1</sup>,  
Andrés D. Gil<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Bioestadística e Informática. Lasplacas 1620, Montevideo, Uruguay

<sup>2</sup> Centro Colaborador de OIE en Bienestar Animal y Sistemas de Producción Pecuarios.

<sup>3</sup> Instituto Plan Agropecuario, Uruguay.

<sup>4</sup> Ejercicio liberal de la profesión.

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y SISTEMAS DE PASTURAS ABIERTAS DE ALGUNOS ESTABLECIMIENTOS DEL CENTRO Y SURESTE DEL URUGUAY

### I. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) se definen como un tipo de agroforestería, en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales de la ganadería (forrajeras y animales) (Mahecha, 2002; Cubbage *et al.*, 2012). Los SSP constituyen una modalidad en la que se combinan gramíneas y leguminosas con arbustos y/o árboles destinados tanto a la alimentación animal como a otros usos complementarios tales como la producción de madera. Se basan en la producción integrada de árboles y/o arbustos con pasturas y animales, generalmente rumiantes, siendo el conjunto de prácticas de uso de la tierra que combina el rubro forestal con agricultura y/o ganadería (Russo & Botero, 1996; Peri *et al.*, 2016). No son sistemas homogéneos, existiendo varias maneras en que se puede integrar la producción forestal y ganadera (Bussoni *et al.*, 2015; 2017).

La diversidad de SSP abarca sistemas con árboles exóticos como ocurre en Uruguay (*Eucalyptus* ssp., *Pinus* ssp.), con bosques nativos como ocurre en La Pampa en Argentina, sistemas con pino nativo en el sur de Estados Unidos, hasta sistemas pequeños en superficie con especies exóticas en Brasil (Cubbage *et al.*, 2012).

Esta integración parece ser beneficiosa al componente animal ya que aporta sombra y abrigo, contribuyendo a la disminución del estrés térmico y permitiendo una mayor ganancia diaria

de peso por animal respecto a los que no disponen de sombra (Calle *et al.*, 2012). A nivel del suelo mejora la tolerancia a los períodos de clima extremo (Murgueitio & Ibrahim, 2009). En términos económicos y en percepción de los productos, la diversificación de la producción posibilita obtener ingresos adicionales (Cubbage *et al.*, 2012).

Investigaciones en países con climas tropicales como Colombia, Nicaragua, Costa Rica y México, han demostrado que los SSP acumulan más carbono en biomasa aérea y en suelos que las pasturas degradadas (Montagnini *et al.*, 2013). El mismo autor ha publicado datos que evidencian mayor acumulación de dióxido de carbono equivalente (CO<sup>2</sup>e) en SSP que en praderas sin árboles. Al producir con menores emisiones de metano, dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno, estos sistemas se consideran una herramienta importante para la mitigación de los efectos negativos del cambio climático; al mismo tiempo que reducen los efectos de climas extremos tales como sequías, fuertes lluvias, heladas y vientos desecantes (Harvey *et al.*, 2013).

Asimismo, al proveer sombra y abrigo a los animales, los SSP contribuyen al BA, siendo una alternativa válida para la ganadería convencional sostenible en América Latina (Broom *et al.*, 2013).

Se han identificado 9 grupos de sistemas agroforestales en América Latina (Murgueitio *et al.*, 2009):

1. Sistemas Silvopastoriles con manejo de la sucesión vegetal;
2. Pastoreo de ganado en plantaciones forestales;
3. Cercos vivos;
4. Árboles dispersos en potreros;
5. Pasturas en callejones de árboles;
6. Cortinas o barreras contra el viento;
7. Sistemas Silvopastoriles de alta densidad arbórea;
8. Sistemas de corte y acarreo: bancos de proteína puros o en policultivos de varios estratos, y
9. Bancos de Energía.

En algunas regiones tropicales que durante años se partió de ambientes selváticos densamente arbolados pero que fueron talados para luego realizar cultivos (por lo general monocultivo), ahora se están promoviendo sistemas integrados de pasturas, árboles y arbustos con animales (Montagnini *et al.*, 2015).

## II. GENERALIDADES DE LOS SSP EN URUGUAY

En países como Uruguay, tradicionalmente la producción de carne se realizó en forma extensiva a cielo abierto y en pasturas naturales. Sin embargo, en las últimas décadas se han comenzado a promover nuevos modelos que integran plantaciones forestales exóticas (principalmente *Eucalyptus* spp.) para producción de pulpa junto a animales para producción de carne, tratando de lograr modelos más sostenibles para el sector (Polla, 2000).

La industria forestal ha sido uno de los principales factores que ha llevado a reformular la producción ganadera para pasar de rubro único a multi-rubro en el caso de muchos productores. Este sector en los últimos 20 años pasó de 186.000 hectáreas forestadas en 1990 a 1.098.000 hectáreas en 2017 (MGAP-DIEA, 2016). Según Bussoni *et al.* (2017), este cambio en el uso de la tierra ha sido un factor importante para el desarrollo de los SSP.

En el país, la ley forestal N° 15.939 (Poder Legislativo, 1988) de 1987 dio un gran impulso al desarrollo de la industria forestal y entre otras propuestas establecía beneficios financieros y exenciones impositivas con el objetivo de promover la forestación en suelos considerados de baja productividad, la mayoría de estos ubicados en zonas ganaderas (Bussoni *et al.*, 2015).

En este marco, el sector forestal ha alcanzado un importante crecimiento en los últimos años favorecido por el incremento de la demanda mundial de madera para pulpa de celulosa. Al igual que sucede en países vecinos como Brasil (Da Silva, 2012) y Argentina (Fassola *et al.*, 2009) la integración de las actividades forestales y ganaderas evidencia sinergias económicas, sociales y ambientales.

El aumento de los precios internacionales de la carne y el incremento de la demanda de productos forestales son elementos que dinamizan los SSP (Lacorte y Esquivel, 2009).

Actualmente, la silvicultura ocupa alrededor de un 16% aproximadamente de la superficie del país y va en aumento, siendo en su mayoría plantaciones con fines de producción de pulpa. La superficie replantada es de un 77% y las especies utilizadas son mayoritariamente del género *Eucalyptus* spp. (MGAP/DIEA, 2016), el cual se encuentra bien adaptado a las condiciones del país y cubre la demanda del mercado (Fedrigo *et al.*, 2018).

El pastoreo en plantaciones forestales y montes de abrigo es la principal expresión de los SSP en el país (Carriquiry *et al.*, 2012), pero con el tiempo se han ido desarrollando en complejidad, producto de las decisiones individuales de los productores, las políticas estatales orientadas al fomento de la forestación y la instalación de grandes compañías forestales extranjeras (Bussoni *et al.*, 2017). Los mismos autores encontraron siete tipos de estrategias para integrar la ganadería y la forestación en Uruguay:

- 1) Ganaderos que se dedican a la terminación del ganado,
- 2) Criadores y productores de ciclo completo que arriendan tierras,

- 3) Ganaderos de ciclo completo con gran superficie forestada,
- 4) Criadores con gran superficie forestada,
- 5) Compañías forestales con ganado,
- 6) Grandes compañías forestales que arriendan áreas para pastoreo, y finalmente
- 7) Sistemas integrados de forestación y ganadería.

Esto refleja que por lo general los productores tienden a tener un uso dominante de la tierra destinado a alguna de las dos actividades, con excepción de los productores de la última estrategia.

En los SSP la superficie de pastoreo y sitios de corte, pueden ser compartidos o no, modificando la estructura del tapiz vegetal (Olmos *et al.*, 2005, Formoso, 1990), según la densidad y relación de las especies utilizadas (Boggiano *et al.*, 2005; Formoso, 2005).

Los diseños de plantación, es decir la distancia entre las filas de árboles, varían de región en región y de país en país, con potencialidad de diferentes tipos de agricultura entre las filas o sin laboreo alguno. Esta última opción, sin modificación de las pasturas, son los SSP bajo este estudio.

Cuando productores ganaderos deciden incorporar la forestación a sus establecimientos se enfrentan básicamente a dos escenarios: el primero plantar en zonas que son de escaso o bajo valor para la agricultura y la ganadería. En este caso se plantan altas densidades de árboles y una vez que los mismos alcanzan un tamaño suficiente para que el ganado no los dañe, aproximadamente a los dos años de plantado, el productor asigna ganado en estas áreas para utilizar con fines productivos la pastura que crece sobre todo en callejones y algo bajo las plantaciones (Polla, 2000). Una vez que los árboles alcanzan cierto tamaño y cobertura de dosel, el pasaje de luz hacia el suelo se verá interrumpido por lo que el crecimiento de la pastura ya no es tan compatible con la producción ganadera. El segundo escenario implica utilizar potreros de calidad regular o buena para la ganadería y realizar la plantación de los árboles en un marco que permita el pasaje de luz hacia la pastura sin importar la altura de los árboles. Un ejemplo de este tipo de marco es un

diseño dejando 2 x 3 x 12, que implica plantar dos filas de árboles juntas a 3 metros de distancia entre sí y entre las dos filas siguientes 12 metros de distancia (MGAP DGF BID, 2008). En los espacios más abiertos es donde se dará el mayor crecimiento de pastura posibilitando incluso realizar agricultura, y por lo tanto a diferencia del primer escenario, a lo largo de casi la totalidad del turno forestal será posible realizar actividad ganadera.

### III. CARACTERIZACIÓN DE LOS SSP EN LOS ESTABLECIMIENTOS BAJO ESTUDIO

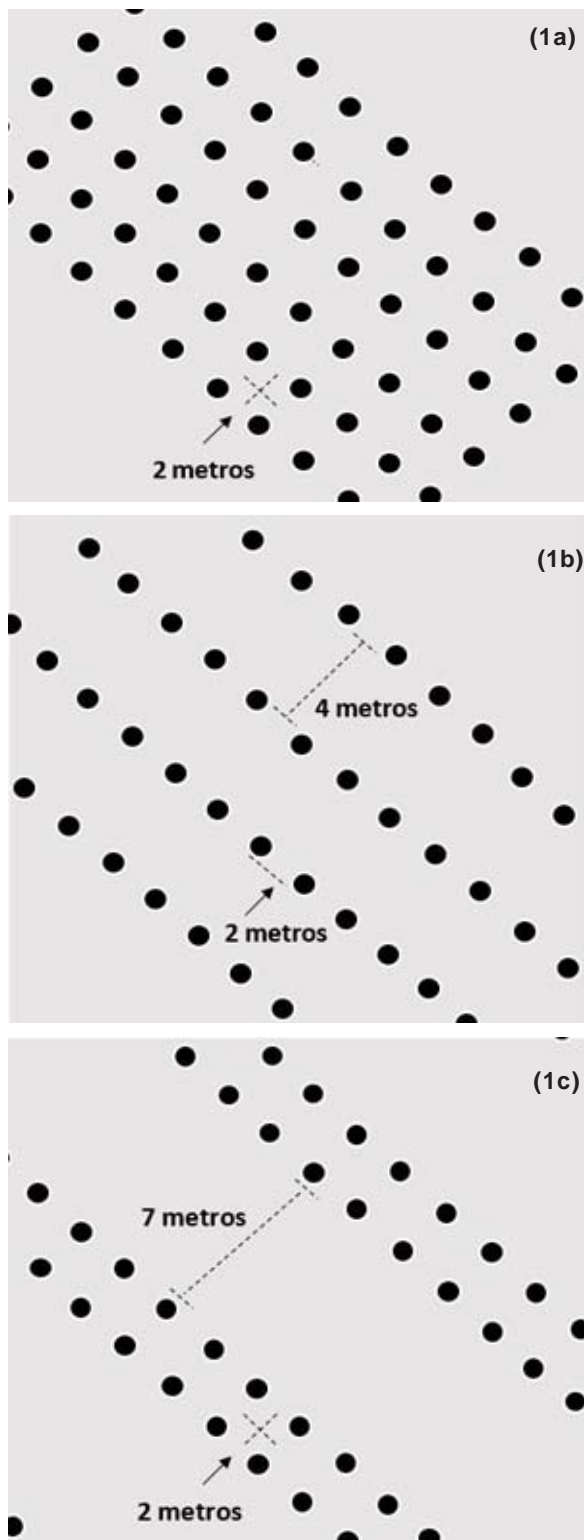
En los establecimientos bajo estudio en este proyecto, se registraron tres diseños de plantación de *Eucalyptus* spp. diferentes: 2 x 2 con una distancia de dos metros entre cada árbol (Figura 1 esquema a); 4 x 2 con una distancia de cuatro metros entre filas y 2 entre arboles de cada fila (Figura 1 esquema b) y 2 x 2 x 7 con dos líneas de árboles con dos metros de distancia y luego una separación de 7 metros de las siguientes dos líneas (Figura 1 esquema c).

### IV. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS BAJO ESTUDIO

En este proyecto INIA FPTA se trabajó en establecimientos agro-forestales comerciales del centro-sur y sur-este del Uruguay, casi todos pertenecientes al grupo de Productores Forestales Unidos del Sureste Uruguayo (FORESUR Gie). Con excepción de un predio propiedad de Forestal Caja Bancaria.

Los criterios de selección de los establecimientos, fueron los siguientes:

- Que contaran con plantaciones comerciales de *Eucalyptus* ssp. para producción de pulpa de papel (SSP),
- Que contaran con potreros con Sistema de Pastura Abierta (SPA) sin mejoras contiguos a los SSP,
- Que tuvieran ganado para producción de carne de razas europeas (*Hereford* o *Angus* o sus cruza),



**Figura 1.** Esquemas de diseños diferentes de plantación: a) 2 x 2, b) 4 x 2, c) 2 x 2 x 7.

**Nota:** Las características detalladas de las plantaciones forestales bajo estudio se presentan en un informe técnico dentro de esta publicación, en el capítulo 5.

- Que desearan formar parte del estudio permitiendo al equipo del proyecto ingresar periódicamente a realizar la colecta de datos, tanto de animales como de pasturas, árboles y suelos.

Fue así que se seleccionaron 7 establecimientos, de los cuales quedaron 5 efectivos durante todo el proyecto. Los mismos se designaron con letras por razones de confidencialidad.

**Establecimiento\* A-** Departamento de Lavalleja, localidad de Polanco, Uruguay ( $33^{\circ}45'49,51''S$  -  $55^{\circ}04'14,12''O$ ). Ver Figura 2.

Extensión de 5.000 ha; rubro principal ganadero, ciclo completo y rubro complementario agricultura y forestación. A los efectos de este proyecto se utilizaron dos potreros, uno con Sistema de Pastura Abierta (SPA) sin mejoras de 100 ha, contiguo a 200 ha de SSP plantado con *Eucalyptus globulus globulus* con diseño de plantación de 4 x 2 (ver Figura 1b).

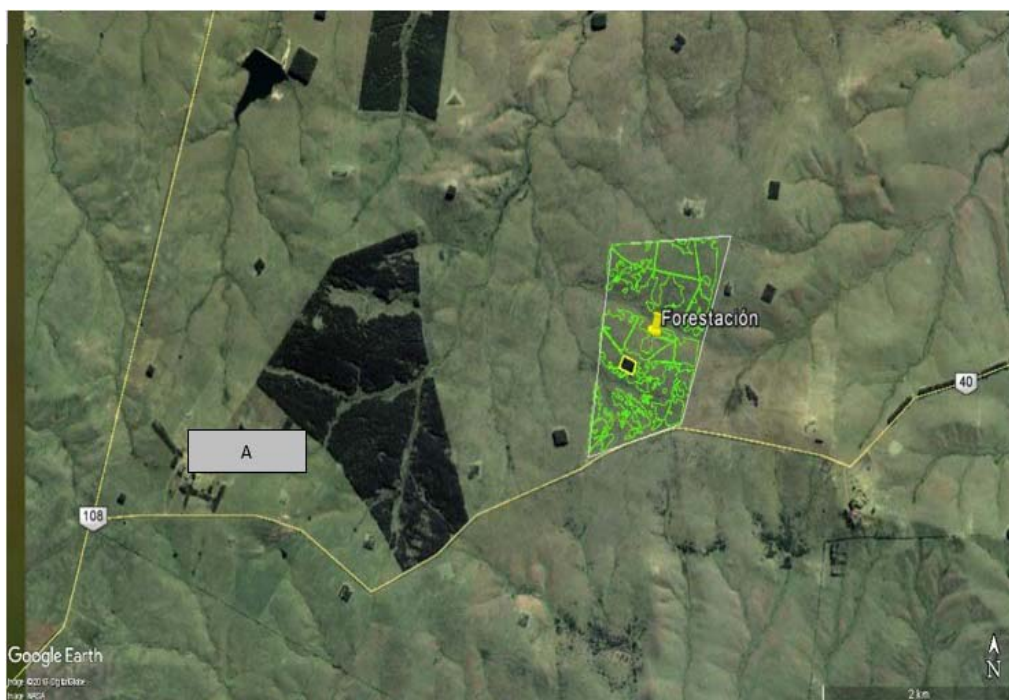
En agosto de 2014 se partió de un grupo de 40 novillos de raza *Hereford* de un año de edad, identificados individualmente con dispositivo electrónico y caravana visual en las orejas, de acuerdo al Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) de Uruguay. De estos, se dispusieron al azar 20 animales en cada potrero (SSP y SPA). Periódicamente, cada 45 días se los llevó a las instalaciones del establecimiento para registrar los indicadores de BA y el peso individual, tal como se especifica en el capítulo 3 de esta publicación.

**Establecimiento B-** Departamento de Florida, a 10 km de la localidad de Alejandro Gallinal (Cerro Colorado) ( $33^{\circ}55'00''S$  -  $55^{\circ}34'20''O$ ) Ver Figura 3 - B.

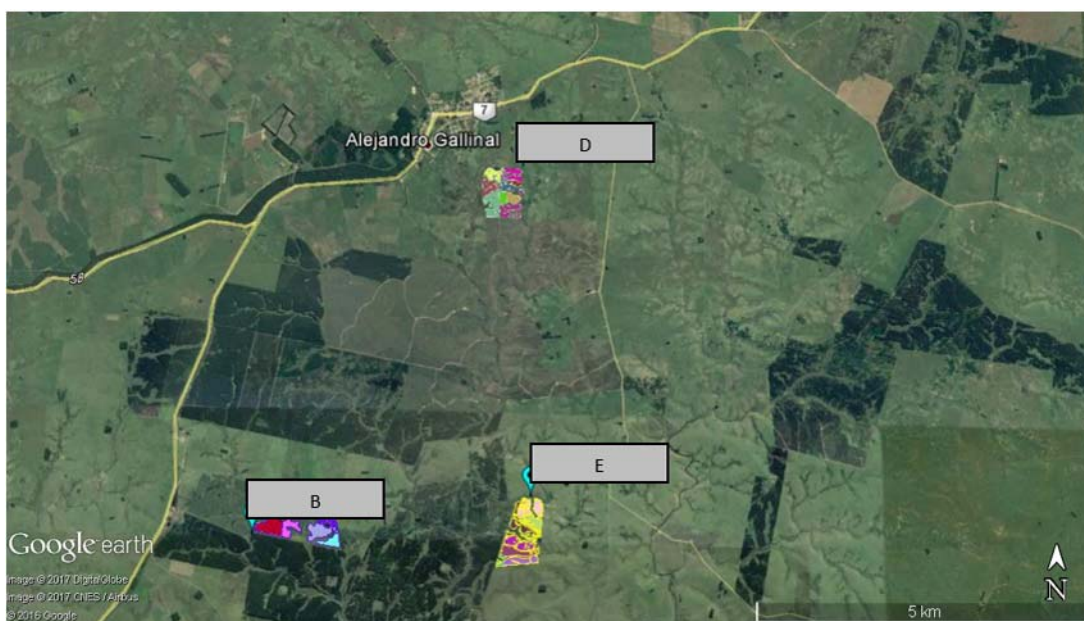
Extensión de 600 ha, como rubro principal ganadero, ciclo completo y rubro complementario forestal. A los efectos de este proyecto se utilizaron dos potreros, uno con Sistema de Pastura Abierta (SPA) sin mejoras de 30 ha, contiguo al monte de *Eucalyptus globulus globulus* con unas 30 ha plantadas con diseño de silvopastoreo: 2 x

**\*Nota:** Las fotos de las plantaciones de los establecimientos bajo estudio se encuentran en el Capítulo 5 de esta publicación.





**Figura 2.** Foto aérea del predio A, Lavalleja.



**Figura 3.** Foto aérea de predios B, C y D, Florida.

2 x 7 metros (ver Figura 1c). En cada uno se dispuso en forma totalmente al azar 12 vacas raza *Hereford* de casi 3 años y de primera cría, preñadas encontrándose en el comienzo de la gestación. Se realizó el seguimiento periódico de indi-

cadores de BA y peso individual a lo largo del tiempo desde agosto de 2014 hasta junio de 2017, exceptuando los últimos meses de preñez (de cada periodo) de las vacas en que se optó por no



**Figura 4.** Foto aérea del predio C, Durazno.

moverlas para evitar riesgos de provocar abortos, por lo que no se pesaron. Ambos potreros contaban con aguadas naturales.

**Establecimiento C-** Departamento de Durazno, localidad El Carmen ( $33^{\circ}13'59,35''S$  -  $56^{\circ}2'28,47''O$ ). Ver Figura 4 – C.

Extensión total del establecimiento de 6000 ha, como rubro principal forestal (*pinus* y *eucalyptus*) y rubro complementario ganadero bovino, ciclo completo y ovino. En este establecimiento se realizaron dos ensayos consecutivos de características idénticas, el primero desde octubre de 2015 hasta febrero de 2017 y el segundo desde diciembre de 2016 hasta octubre de 2017. A los efectos de este proyecto se utilizaron dos potreros, uno con campo natural (SPA) sin mejoras de 52 ha, contiguo al monte de *Eucalyptus grandis* plantado con diseño de  $2 \times 2$  (ver Figura 1a) de 50 ha. En cada uno se dispuso en forma totalmente al azar 15 vaquillonas de sobre año de raza *Angus* y cruzas para hacer el seguimiento periódico de indicadores de BA y peso corporal individual a lo largo del tiempo. Todos los potreros, tanto SSP como SPA contaban con aguadas naturales permanentes.

**Establecimiento D-** Departamento de Florida, localidad de Alejandro Gallinal (Cerro Colorado) ( $33^{\circ}52'23''S$  –  $55^{\circ}32'20''O$ ). Ver Figura 3 – D.

Rubro principal ganadero y rubro complementario forestal. A los efectos de este proyecto se utilizó un potrero de 52 ha, con 33 ha efectivas plantadas con *Eucalyptus globulus globulus* con diseño convencional  $4 \times 2$  metros de separación entre los árboles (ver Figura 1b). Ahí se dispusieron 30 terneras raza *Hereford* y cruzas, y se registró el peso e indicadores de BA al inicio y al final del período, desde marzo de 2015 hasta mayo de 2016.

**Establecimiento E-** Departamento de Florida, paraje Milán, localidad de Alejandro Gallinal (Cerro Colorado) ( $33^{\circ}55'13''S$  –  $55^{\circ}31'54''O$ ) Ver Figura 3 – E.

Rubro principal: forestal y rubro complementario: ganadero. A los efectos de este proyecto se utilizó un potrero de 54 ha, con 34 ha efectivas plantadas con *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus viminalis* en muy baja proporción en las zonas bajas, con un diseño de plantación convencional  $4 \times 2$  (ver Figura 1a). Se dispusieron 30 terneras raza *Hereford*, y se registró el peso e indicadores



de BA al inicio y al final del periodo, desde marzo de 2016 hasta octubre de 2017.

En ambos potreros además de los animales identificados para el estudio, se dispusieron más animales para igualar la carga en UG (unidades ganaderas) por hectárea entre SPA y SSP, considerando únicamente la superficie total del potrero

## V. SISTEMA DE PASTURA ABIERTA (SPA)

En Uruguay y para este estudio, entendemos por Sistema de Pastura Abierta (SPA) a pastizales abiertos extensivos definidos según Rosengurt (1979) como ecosistemas con más de 400 especies diferentes de pastos nativos. Este ecosistema cuenta con alta diversidad, desarrollado en ambientes naturales y que en su mayoría han sido modificados por el pastoreo de herbívoros.

En tanto Berreto y do Nascimento (1991), lo definen como un tipo de cobertura vegetal formada por gramíneas con plantas herbáceas o subarbuscivas y en donde los árboles son raros.

En los potreros de SPA bajo estudio, se encontraban concentraciones de algunos árboles (*Eucalyptus* spp. pero no destinados a producción de pulpa) ubicados en el medio o en extremos de los mismos, con el único fin de proporcionar sombra y refugio para los animales. Estos árboles dispuestos en alta densidad constituyen la única opción de sombra que tienen los animales en verano, fueron caracterizados por escasa y nula persistencia de especies pastoriles con apetecibilidad para el ganado (principalmente *Cynodon dactylon*). La Figura 5 muestra un SPA con un grupo de árboles denominados «islas» a los únicos efectos de brindar sombra y abrigo. La Figura 6 muestra el SPA contiguo al SSP utilizado en el estudio del establecimiento B.

En el presente proyecto, se caracterizó la variedad de pasturas en SSP tanto entre las filas de árboles como en los callejones y corta fuegos de las plantaciones, así como la del SPA, cuyas características se presentan en el Capítulo 4 de esta publicación.



**Figura 5.** Foto aérea de un Sistema de Pastura Abierta con alguna concentración de árboles denominados «islas»



**Figura 6** Foto aérea de un Sistema de Pastura Abierta (SPA) y Sistema de Silvopastoreo (SSP) contiguo, estudiado en el Predio B

## REFERENCIAS

- Berreto** E. J., do Nascimento D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Serie: Diálogo XXXII. IICA-PROCISUR. Ed. Juan P. Puignau. Montevideo, Uruguay.
- Boggiano** P., Zanoniani R., Millot J.C., 2005. Respuestas del Campo Natural a Manejos crecientes de Intervención. INIA. 151:105-113.
- Broom**, D. M., Galindo, F.A., Murgueitio, E. 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. Proc R Soc B 280, 20132025.
- Bussoni** A, Juan C, Fernández E, Boscana M, Cabbage F, Bentancur O. 2015. Integrated beef and wood production in Uruguay: potential and limitations. *Agroforestry Systems* 89:1107-1118.
- Bussoni**, A., Alvarez, J., Cabbage, F., Ferreira, G., Picasso, V. 2017. Diverse strategies for integration of forestry and livestock production. *Agroforestry Systems*, pp1-12. <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0092-7>
- Calle**, Z., Murgueitio, E., Chará, J. 2012. Integrating forestry, sustainable cattle-ranching and landscape restoration. In: *Unasylva, The Power of Forests*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Vol 63/239:31-40, Rome.
- Carriquiri** R, Morales H, Hegedus P, Tourrand J. 2012. Heterogeneity and vulnerability of livestock in forest plantations of Uruguay. Producing and reproducing farming systems. New modes of organization for sustainable food systems of tomorrow. 10th European IFSA Symposium, 1-4 Julio 2010 Aarhus, Denmark, sin paginar.
- Cabbage** F, Balmelli G, Bussoni A, Noellemeyer E, Pachas A, Fassola H, Colcombet L, Rossner B, Frey G, Dube F, Lopes de Silva M, Stevenson H, Hamilton J, Hubbard W. 2012. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. *Agroforestry Systems* 86:303-314.
- Da Silva**, P. 2012. Integração Lavoura-Pecuária-floresta nas regiões subtropicais do Brasil. Em: *Anais VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável*. Ed: Mauricio, R. M; Maneschy R, Ibrahim M é Murgueitio E. UFSJ, CBPS, UFPA, CATIE, CIPAV. Belém, Brasil, Novembro 8, 9 e 10 de 2012.
- Fassola** H., Lacorte S., Pachas A., Goldfarb C., Esquivel J., Colcombet L., Crechi E., Keller A., Barth S. 2009. Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino. *Actas*



- del XIII Congreso Forestal Mundial. Pp 1-6. Disponible en [http://inta.gov.ar/documentos/los-sistemas-silvopastoriles-en-la-region-subtropical-del-ne-argentino/at\\_multi\\_download/file/INTA-sistemas-silvo-NE-argentino.pdf](http://inta.gov.ar/documentos/los-sistemas-silvopastoriles-en-la-region-subtropical-del-ne-argentino/at_multi_download/file/INTA-sistemas-silvo-NE-argentino.pdf) prensa. (Acceso 15-8-2019)
- Formoso D.**, Gaggero C. 1990. Efecto del Sistema de Pastoreo y la relación Ovino/Vacuño sobre la Producción de Forraje y la Vegetación del Campo Nativo. In II Seminario Nacional de Campo Natural. Tacuarembó. Ed. Hemisferio SUR. pp 299-310.
- Formoso D.** 2005. La Investigación en Utilización de Pasturas Naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Treinta y Tres. 151. pp 51-57.
- Fedrigo, J.K.**, Benítez, V., Santa Cruz, R., Posse, J., Santiago, R., Hernández, J., Mantero, C., Morales, V., Silveira, E., Viñoles, C. 2018. Opportunities and challenges for the silvopastoral systems in Uruguay. Veterinaria (Montevideo), Vol 54/209- 4: 20-30 DOI: 10.29155/VET.54.209.4
- Harvey, C**; Chacón, M; Donatti, C; Garen, E; Hannah, L; Andrade, A; Bede, L; Brown, D; Calle, A; Chará, J; Clement, C; Gray, E; Hoang, M; Minang, P; Rodríguez, A; Seeberg-Elverfeldt, C; Semroc, B; Shames, S; Smukler, S; Somarriba, E; Torquebiau, E; van Etten, J; Wollenberg, E. 2013. Climate-smart Landscapes: Opportunities and Challenges for Integrating Adaptation and Mitigation in Tropical Agriculture. Conservation Letters 7(2):77-90.
- Lacorte S.**, Esquivel J. 2009. Sistemas silvopastoriles en la Mesopotamia Argentina. Reseña del conocimiento, desarrollo y grado de adopción. 1º Congreso nacional de sistemas silvopastoriles. [Posadas, Misiones, Argentina, 14-16/Mayo/2009]. pp. 70-82.
- Mahecha L.** 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15:226-231.
- MGAP/DGF/BID** 2008. Guía de modelos agroforestales para el Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca/Dirección General Forestal/Banco Interamericano de Desarrollo.
- MGAP/DIEA** 2016. Anuario Estadístico Agropecuario. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Montagnini, F**, Ibrahim M, Murgueitio E. 2013. Silvopastoral systems and mitigation of climate change in Latin America. Bois et Forêts des Tropiques 316: 3- 16.
- Montagnini, F**; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. 2015. Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p.
- Murgueitio E.** & Ibrahim M. 2009. Cattle and the environment in Latin America. In: Murgueitio E., Cuartas C., y Naranjo J. (Eds.). Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. 2da. Ed. Fundación CIPAV. Cali, Colombia, p. 20-39.
- Olmos F.**, Franxo J., Sosa M. 2005. Impacto en las Prácticas de Manejo en la Productividad y Diversidad de Pasturas Naturales. INIA. 151: 93-104.
- Peri PL**, Dube F and Varella AC. 2016. Silvopastoral Systems in the subtropical and temperature zones of South America: An Overview. In: Peri P, Dube F and Varella A (eds) *Silvopastoral Systems in Southern South America* pp 1-9
- Poder Legislativo, 1988.** <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp2910134.htm> (fecha de consulta: 15 de febrero 2020)
- Polla, C.** 2000. Experiencias en Sistemas Productivos Agroforestales y Silvopastoriles en Uruguay. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/manejo%20silvopastoril/31-sistemas\\_productivos\\_agroforestales\\_silvopastoriles\\_uruguay.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/31-sistemas_productivos_agroforestales_silvopastoriles_uruguay.pdf) (fecha de consulta: 15 de febrero 2020)
- Poder Legislativo** 1988. Ley Forestal N°15.939. <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp7479033.htm>. (fecha de consulta: 15 de febrero 2020)
- Rosengurtt B** 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Universidad de la República - Facultad de Agronomía pp 86
- Russo RO & Botero R** 1996. Nitrogen fixing trees for animal production on acid soils. In: *Nitrogen fixing trees for acid soils - A field manual* Powell MH (Ed) pp 31-39 Winrock International: Morrilton.
- Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG)** del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/sistema-nacional-de-informacion-ganadera> (fecha de consulta: 15 de febrero 2020).

Stella M. Huertas<sup>1,2</sup>,  
Pablo E. Bobadilla<sup>1,2</sup>, Fernando Vila<sup>1,2</sup>,  
Déborah César<sup>2</sup>, Hernán J. Bueno<sup>2,3</sup>,  
José M. Piaggio<sup>1</sup>, Andrés D. Gil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de la República, Facultad de Veterinaria,  
Departamento de Bioestadística e Informática.

<sup>2</sup> Centro Colaborador OIE en Bienestar Animal y Sistemas  
de Producción Pecuarios

<sup>3</sup> Instituto Plan Agropecuario

### 3. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE INDICADORES DE BIENESTAR EN BOVINOS DE RAZAS EUROPEAS PARA CARNE EN SISTEMAS SILVOPASTORILES Y EN SISTEMAS DE PASTURAS ABIERTAS

## I. INTRODUCCIÓN

Como se manifestó en el Capítulo 1 de esta publicación, el Bienestar Animal (BA) es un estado y es posible medirlo y valorarlo (Broom, 2001; Manteca, 2018). Se promueve el uso de medidas objetivas y en ese orden el proyecto europeo *Welfare Quality*<sup>®</sup> ([www.welfarequality.int](http://www.welfarequality.int)) ha desarrollado protocolos basados en baterías de medidas para evaluar el bienestar de los animales de producción en establecimientos ganaderos, durante el transporte y a nivel de los mataderos.

Los indicadores más importantes son aquellos basados en el animal (directos), ya que aportan información sobre el estado de salud y bienestar del mismo, a la vez que son igualmente aplicables a cualquier tipo de explotación. Los indicadores basados en el ambiente (indirectos), incluyen lo que rodea al animal, también resultan útiles, sin embargo, siempre deben usarse conjuntamente con los primeros.

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), reconoce la estrecha vinculación existente entre la salud y el bienestar de los animales, definiendo el BA «como el estado físico y mental de un animal en relación a las condiciones en las que vive y muere» (OIE, 2019). Por tanto, si las condiciones de vida son hostiles para los animales, estos podrán presentar su salud y por ende su bienestar comprometidos.

El estrés por calor puede ser un problema serio para el ganado, disminuyendo el rendi-

miento sobre todo en zonas tropicales, pero también puede ocurrir en zonas de clima moderado durante el verano (Legrand *et al.* 2009; Herbut *et al.*, 2018). Para mitigar este impacto, se suele recomendar la incorporación de sombra artificial, pero generalmente esta práctica no es rentable o realizable para todos los productores de igual manera. Una mejora en el confort térmico permite a los animales asignar un mayor porcentaje de tiempo a las actividades de pastoreo y rumia (Peri *et al.*, 2016), lo cual redundará en mejor salud, bienestar y productividad.

Una alternativa válida es la integración de árboles con animales y pasturas bajo los denominados Sistemas Silvopastoriles (SSP) detallados en el Capítulo 2.

Los SSP han sido reportados como beneficiosos para el bienestar de los animales en estudios llevados a cabo principalmente en países tropicales y en razas cebuinas (Broom *et al.*, 2013; Calle *et al.*, 2012; Ocampo *et al.*, 2011).

Sin embargo, hay poca información acerca del bienestar de animales de razas europeas que pastorean en plantaciones forestales basadas en especies exóticas implantadas sobre pasturas naturales, como son las expresiones de los SSP en un país de clima subtropical a templado como el Uruguay. Aquí se incorporan plantaciones de árboles y/o arbustos con animales de producción, integrando así las activi-

dades forestales y ganaderas en una sinergia económica, social y ambiental (Polla, 2000).

Por tanto, uno de los objetivos, de este Proyecto FPTA fue la evaluación de los indicadores de bienestar en bovinos de razas europeas productoras de carne en SSP y su comparación con Sistemas de Pasturas Abiertas (SPA) existentes en algunas zonas de Uruguay.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en 5 establecimientos comerciales del centro sur del Uruguay, cuyos detalles se presentan en el Capítulo 2.

En cada uno de los establecimientos se partió de grupos de bovinos de similares características (edad/sexo) de razas europeas *Herefordo Angus* debidamente identificados y que aleatoriamente fueron asignados a dos sistemas diferentes: SSP de montes de *Eucalyptus* ssp. con tres diseños de plantación (ver Figura 1) y a potreros con SPA sin mejoras y contiguos a los SSP (ver Figura 6). Todos los potreros contaban con aguadas naturales y no se suplementó a los animales en ningún caso.

Desde agosto de 2014 hasta octubre de 2017 periódicamente\* cada 45 días se realizaron visi-

\* Debido al manejo productivo en los establecimientos no siempre se cumplió con la periodicidad, situación que se detalla, en caso de corresponder, en la sección siguiente.

tas a tres de los cinco establecimientos agroforestales bajo estudio (Establecimiento A, B y C), en este último se realizaron dos ensayos de similares características, pero separados en el tiempo, denominados «Año 1» y «Año 2». Los animales eran llevados a las instalaciones en las primeras horas de la mañana permaneciendo en corrales separados según la procedencia (SSP o SPA). Luego de algunas horas, se registraban individualmente los indicadores de BA de acuerdo al protocolo de evaluación del *Welfare Quality®* (WQ® 2018) para el ganado vacuno teniendo en cuenta las condiciones extensivas y semi-extensivas presentes en los países latinoamericanos (Huertas *et al.*, 2009). Posteriormente, se registró el peso corporal individual de cada animal.

### Indicadores de BA observados

#### *a-Condición Corporal (CC)*

Para calificar la condición corporal se utilizó la escala de Edmonson adaptada por Frasinelli *et al.* (2004).

Considerándose un animal con condición corporal «aceptable» aquellos con valor de 3 o más en la citada escala. Animales con valores inferiores a 3 fueron considerados «no aceptables».



**Figura 7.** Placas de suciedad en bovinos. (Fuente: Proyecto Welfare Quality®).

### **b- Suciedad de los animales**

La suciedad del animal se evalúa observando el lateral del animal, excluyendo la cabeza y las patas por debajo del corvejón. Si una cuarta parte o más de la vista lateral del animal está cubierta por placas de barro duras y de al menos 1 centímetro de espesor, se clasifica al animal como «sucio». Ver Figura 7.

### **c- Cojeras**

Para percibir la presencia de cojeras, se debe observar a los animales caminar y si se muestran reacios o incapaces de apoyar el miembro, muestran asimetría en la marcha o presentan más de una extremidad afectada, se considera que el animal presenta cojera. Siendo «0» cuando la marcha es totalmente fluida y no hay evidencia de cojera; «1» cuando se percibe cierta dificultad leve en la marcha, el lomo levemente arqueado y la cabeza algo baja; «2» cuando se evidencia dificultad severa en apoyar uno o más miembros, lomo muy arqueado y cabeza baja.

### **d- Lesiones o alteraciones de los tegumentos**

Se registra presencia de alopecias (áreas sin pelo) y lesiones/inflamaciones mediante un examen visual en un solo lado del animal, tal como se muestra en la Figura 8.



**Figura 8.** Ejemplo de lesiones cutáneas en bovinos. (Fuente: Proyecto Welfare Quality®).

### **e- Presencia de tos, secreciones (nasal, ocular), respiración dificultosa, diarrea, rumen hinchado**

La presencia de secreción nasal y ocular se registra a través de la observación de las fosas nasales y los ojos, si presentan rastros de moco y/o exudados. Diarrea: por observación de la cola y alrededores del ano, registrando la acumulación o salida de estiércol húmedo o líquido.

### **f- Respiración acelerada o dificultosa**

Se considera positivo si al menos un animal respira rápidamente por la boca pudiendo presentar protrusión de la lengua fuera de la boca (adaptado de los puntajes de jadeo propuestos por Davis y Mader, 2003).

### **g- Peso corporal**

Luego que se registraron los indicadores de BA, los animales fueron pesados individualmente en balanza (Tru-test Model Eziweigh5 / MP600) colocada a la salida del tubo en cada establecimiento.

Nota: Cada establecimiento aplicó su plan sanitario propio independiente del proyecto.

### **h- Análisis estadístico**

Todos los datos se incorporaron a planillas de cálculo Excel, para luego ser procesados para su análisis con el software estadístico Stata 15.1 (Stata Corp, 2017).

Se realizó estadística descriptiva determinando en cada caso las medidas de tendencia central y dispersión más adecuadas para las variables de tipo cuantitativo, así como se describieron las frecuencias de ocurrencia para las variables de tipo categórico. Se utilizaron diagramas de cajas (*Box Plot*) para facilitar la comparación visual de los desempeños productivos de los diferentes sistemas estudiados.

## **III. RESULTADOS**

Las observaciones realizadas para evaluar los indicadores de BA en este estudio resultaron negativas, no detectándose animales con CC «no aceptable», animales clasificados como «sucio», animales con cojeras, alopecias, lesiones/infla-



maciones, tos, secreciones ni respiración acelerada o dificultosa.

### Peso corporal

A continuación, se presentan los detalles de la evolución del peso corporal para los grupos en SSP y SPA de cada establecimiento. Ver Figuras 9 a 12.

Nótese que en el estudio las vacas estaban preñadas por lo que la frecuencia de las pesadas se vió algo alterada al final de la gestación.

No se apreciaron diferencias entre los tratamientos, como tampoco se apreciaron descensos pronunciados más allá de los esperados durante las épocas de invierno.

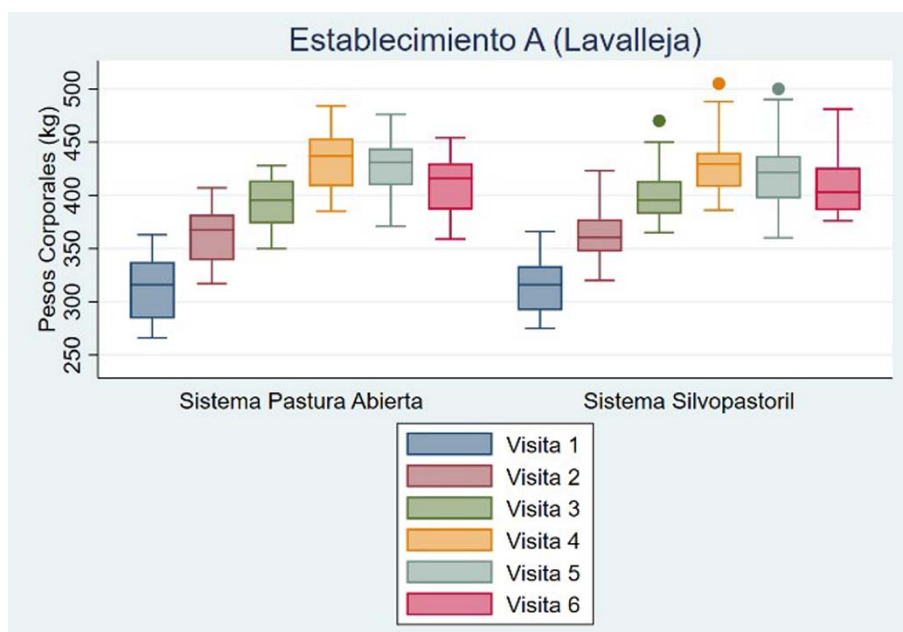


Figura 9. Gráfico de evolución de peso corporal establecimiento A.

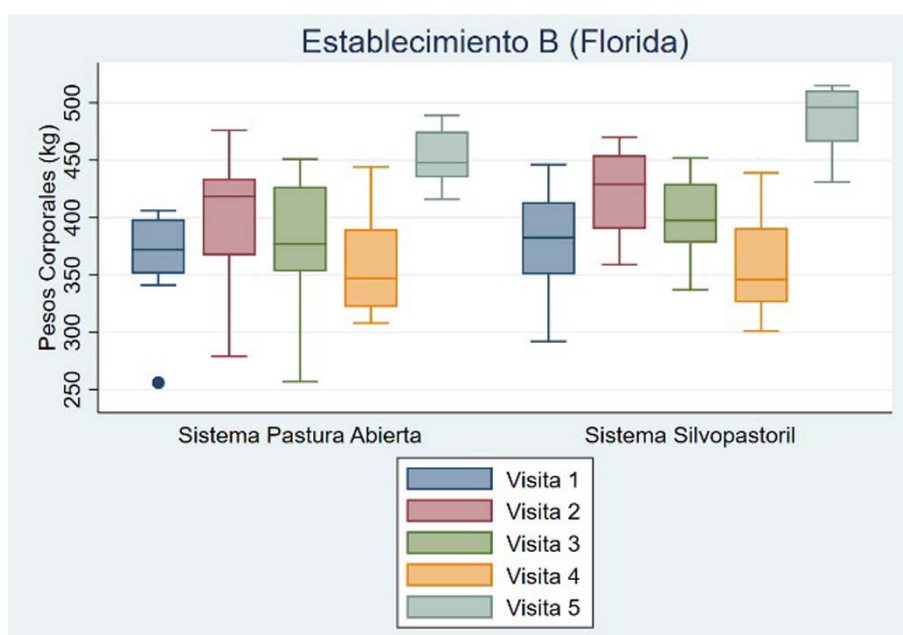
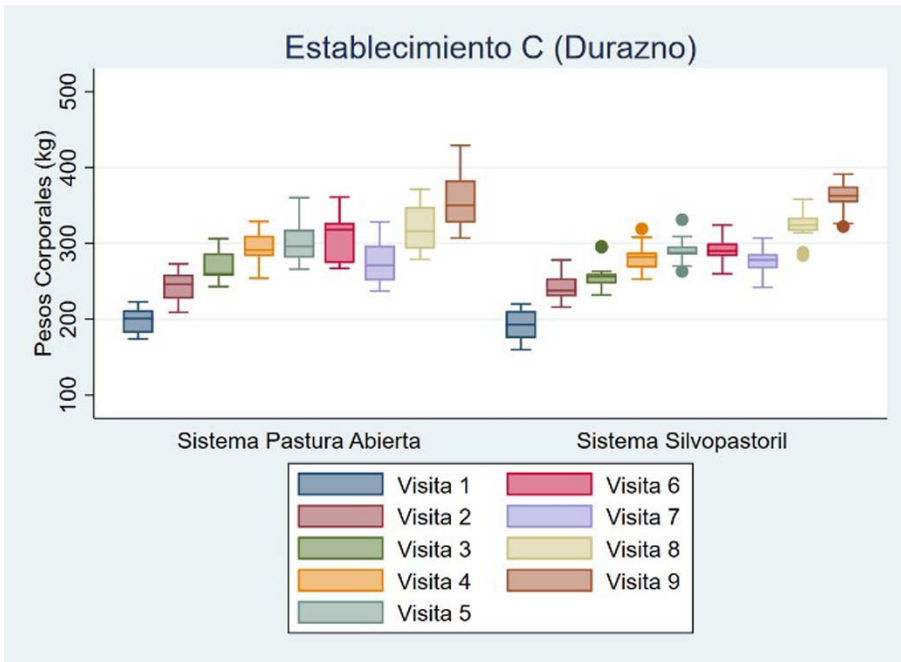
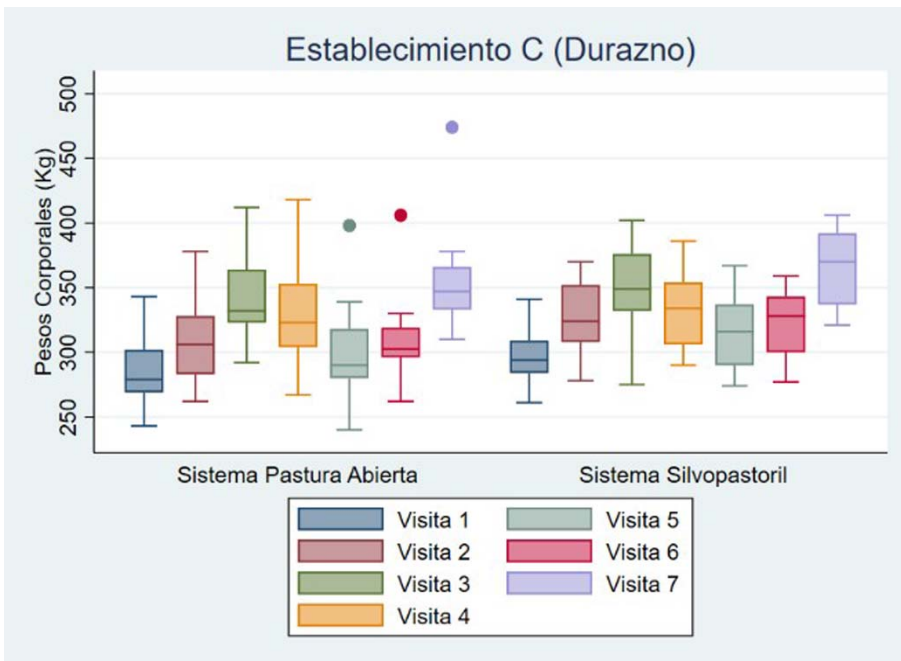


Figura 10. Gráfico de evolución de peso corporal predio B.



**Figura 11.** Gráfico de evolución de peso corporal en el establecimiento C en el AÑO 1.



**Figura 12.** Gráfico de evolución de peso corporal en el establecimiento C en el AÑO 2.

#### IV. DISCUSIÓN

La ausencia de animales con indicadores de deterioro del bienestar tanto en SSP como en SPA puede implicar que no hay diferencias entre los sistemas. Como muestran las figuras (de 9 a 12), la evolución del peso mostró que los animales en SSP presentaban menos dispersión, obteniéndose un lote más homogéneo.

Posiblemente el ambiente físico fue apropiado para el bienestar de los animales, minimizando el riesgo de lesiones y enfermedades, tal como sugiere Fraser *et al.* (2013).

El hecho de que la evolución del peso corporal de los animales parece ser similar en ambos sistemas, puede implicar que la presencia de los árboles en SSP no afecta negativamente el rendimiento productivo de los animales, a pesar que estos últimos presentan una menor superficie de pastoreo efectiva debido a la presencia de los árboles.

La observación de la CC de los animales se encuentra en línea con los registros de peso corporal obtenidos.

No haber observado placas de barro en los animales no fue de extrañar, ya que esta observación es muy común en animales mantenidos en encierros o *feed-lots*, pero no en pastoreo (Grandin, 2016).

La falta de diferencias en el desempeño productivo, discrepa con lo reportado por Campos Paciullo *et al.* (2011). Cabe señalar que las condiciones de este estudio se realizaron en clima cálido y con un SSP establecido con un sistema de monocultivo de *Brachiaria decumbens*. Mancera y Galindo (2011) y Mancera *et al.* (2018) encontraron que los animales en SSP en ciertos estados de México, país tropical, tenían una mejor condición corporal que en los potreros con menos cobertura de árboles, lo cual difiere en parte con nuestros hallazgos. Por su parte, Simeone (2012) y Simeone *et al.* (2014) en Uruguay encontraron mayores ganancias de peso cuando los animales tuvieron acceso a la sombra y Beretta *et al.* (2013) encontraron que el acceso a la sombra mejoró la actividad de pastoreo y el aumento de peso diario en novillos *Hereford* sin afectar el consumo o la selectividad. Sin embargo, ninguno de estos estudios se realizó en

condiciones similares a las del presente estudio, por lo que resulta difícil comparar.

#### V. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, las plantaciones forestales con *Eucalyptus* spp. en establecimientos del centro y sureste del Uruguay, no parecen afectar el desempeño productivo, el estatus sanitario y el bienestar de ciertas categorías de bovinos para producción de carne de razas europeas.

#### REFERENCIAS

- 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. *Agrociencia* 17:131-140.
- Broom** DM, 2001. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69, 4167-4175
- Broom** D. M. 2016 Livestock sustainability and animal welfare. *International Meeting of Advances in Animal Science*. ISSN: 2448-4385 Vol. 1
- Broom**, D. M., Galindo, F.A., Murgueitio, E. 2013 Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proc R Soc B* 280, 20132025.
- Calle**, Z., Murgueitio, E., Chará, J. 2012 Integrating forestry, sustainable cattle-ranching and landscape restoration. In: *Unasylva, The Power of Forests*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Vol 63/239:31-40, Rome.
- Campos** Paciullo, D.S., Tavares de Castro, C.R., de Miranda Gomide, C.A., Martins Maurício, R., Ávila Pires, M.F., Dias Müller, M., Ferreira Xavier, D., 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science* 141, 166-172. doi:10.1016/j.livsci.2011.05.012.
- Davis** S. & Mader T. (2003). Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. *Nebraska Beef Report* 49-51
- Fraser**, D.; I.J.H. Duncan, S.A. Edwards, T. Grandin, N.G. Gregory, V. Guyonnet, P.H. Hemsworth S.M. Huertas, J.M. Huzzeya, D.J. Mellor, J.A. Mench, M. Špinká, H.R. Whay (2013). General Principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application. *The Veterinary Journal*, 198-1.

- Frasinelli, C. A.;** Casagrande, H. J. y Veneciano, J. H. 2004. La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina. En: Sitio Argentino de producción animal. INTA E.E.A San Luis, Información Técnica N°168, 16 pag.
- Grandin T.** (2016) Evaluation of the welfare of cattle housed in outdoor feedlot pens. *Veterinary and Animal Science*. Vol 1–2, December 2016, Pages 23-28
- Herbut P,** Angrecka S, Walczak J. (2018) Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle-a review. *Int J Biometeorol*. 62(12):2089–2097. doi:10.1007/s00484-018-1629-9
- Huertas SM,** Paranhos da Costa M, Manteca X, Galindo F and Morales M (2009) An Overview of the Application of the Animal Welfare Assessment System in Latin America. In: An Overview of the Development of the Welfare Quality® Project Assessment Systems. *Welfare Quality Report No 12*. Linda Keeling (Eds) pp 70-89 ISBN 1-902647-82-3 ISSN 1749-5164
- Legrand AL,** von Keyserlingk MA and Weary DM 2009 Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92: 3651-3658
- Mancera, A.K.,** Galindo, F. 2011. Evaluation of some sustainability indicators in extensive bovine stockbreeding systems in the state of Veracruz. *VI Reunión Nacional de Innovación Forestal* p. 31, León Guanajuato, México.
- Mancera, K.;** Zarza, H.; López de Buen, L.; Carrasco García, A.; Montiel Palacios, F. & Galindo, F. 2018 Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. *Agronomy for Sustainable Development* 38:19 <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0497-3>
- Manteca, Xavier.** (2018) Indicadores de bienestar animal y protocolos de valoración. II Conferencia sobre Veterinaria y Bienestar Animal Zaragoza, 16-17 de noviembre de 2018 (disponible en: [http://colvet.es/files/2\\_X\\_Manteca\\_Indicadores\\_y\\_protocolos.pdf](http://colvet.es/files/2_X_Manteca_Indicadores_y_protocolos.pdf)) (fecha de consulta: 15 de ag 2019)
- Ocampo, A.,** Cardozo, A., Tarazona, A., Ceballos, M., Murgueitio, E. 2011. La investigación participativa en bienestar y comportamiento animal en el trópico de América: oportunidades para nuevo conocimiento aplicado. *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias* 24, 332–346.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).** Bienestar Animal. Disponible en: <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/> (fecha de consulta: 15 de agosto de 2019)
- Peri, P.L.,** Dube, F., Varella, A.C. 2016. Silvopastoral Systems in the subtropical and temperature zones of South America: An Overview. In: Peri P, Dube F, Varella A. *Silvopastoral Systems in Southern South America*. New York. Springer pp.1-9.-
- Polla, C.** 2000. Experiencias en Sistemas Productivos Agroforestales y Silvopastoriles en Uruguay. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/manejo%20silvopastoril/31-sistemas\\_productivos\\_agroforestales\\_silvopastoriles\\_uruguay.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/31-sistemas_productivos_agroforestales_silvopastoriles_uruguay.pdf) (fecha de consulta: 15 de diciembre de 2019)
- Simeone, A.** 2012 ¿Ganadería y Forestación: Competitividad o Complementariedad? Sitio Argentino de Producción Animal. [Online] Available at: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/manejo%20silvopastoril/143-Ganaderia\\_y\\_forestacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/143-Ganaderia_y_forestacion.pdf)
- Simeone A, Beretta V, Caorsi CJ** 2014. Forestación y Ganadería: cuantificando el efecto de la sombra y el abrigo de los montes sobre la performance animal. 16ª Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de carne. Propuestas tecnológicas en ganadería para un país Ganadero, Agrícola y Forestal.
- StataCorp LLC** Statistics/Data Analysis <http://www.stata.com>
- Welfare Quality Network** 2018. <http://www.welfarequality.net/en-us/home/> (fecha de consulta: 15 de ag 2019).



Hernán J. Bueno<sup>1</sup>,  
Pablo E. Bobadilla<sup>2,3</sup>,  
Stella M. Huertas<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Plan Agropecuario. Bulevar General Artigas 3856, C P 11800 Montevideo, Uruguay.

<sup>2</sup> Universidad de la República, Facultad de Veterinaria.

<sup>3</sup> Centro Colaborador OIE en Bienestar Animal y Sistemas de Producción Pecuarios.

## 4. CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE PASTURAS NATURALES EN DOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y EN UNO FORESTAL CON *EUCALYPTUS* SSP. RELATIVO A CAMPO NATURAL, EN EL CENTRO-SUR Y ESTE DE URUGUAY

### I. INTRODUCCIÓN

Uruguay se caracteriza por localizarse en una región de clima templado y pertenecer al área de pastizales de la llanura del cono sur de Sudamérica. Además, por ser un país productor y exportador de carne. La ganadería ocupa el 40% de la superficie, constituyéndose por 11,7 millones de cabezas (DIEA, 2018), representando casi 4 animales por cada habitante. El Sistema de Pastura Abierta (SPA) representa el 65% del uso del suelo a nivel nacional, además el 78% de la ganadería se desarrolla en pasturas naturales (MGAP, 2015).

Según Berreto y do Nascimento (1991), el SPA se define como: tipo de cobertura vegetal formada de gramíneas con plantas herbáceas o subarbustivas, los árboles son raros; común en áreas templadas. Siendo un ecosistema pastoril que no ha sido prácticamente modificado por trabajos mecánicos realizados por el hombre, caracterizado por la alta diversidad y desarrollado en ambientes naturales que en su mayoría han sido modificados por el pastoreo de herbívoros.

Los sistemas ganaderos son fundamentalmente para producción de carne bovina y en menor medida carne ovina y lana; encontrando sistemas que comparten fines mixtos (forestación y animales). Estos sistemas tienen como base pastoril el campo natural, en donde la superficie de pastoreo y remanentes en pastu-

ras por consumo animal, pueden ser compartidos o no entre vacunos y ovinos. Existen evidencias acerca de las modificaciones y efectos del pastoreo y su supresión en cuanto a la diversidad de especies, composición florística y la productividad primaria neta aérea (Olmos *et al.*, 2005; Formoso y Gaggero, 1990), según la densidad y relación de especies utilizadas (Boggiano *et al.*, 2005; Formoso, 2005). Estas modificaciones estructurales, se manifiestan a través de cambios florísticos con diferente grado de intensidad según el tipo de suelo (Formoso y Gaggero, 1990). En la composición botánica del SPA predominan (con más del 60%) las gramíneas, luego en menor proporción y mayor variabilidad las leguminosas, hierbas y arbustos, graminoides y malezas enanas (Rosengurt, 1979). En relación a la calidad de las pasturas se han reportado en la zona centro-sur del país valores de proteína cruda promedios en el período estival de 9 a 10,5 % e invernal de 7 a 8,5 % (Formoso, 2005).

La silvicultura ocupa un 15% aproximadamente de la superficie y en su mayoría se basa en plantaciones con el objetivo de producción de pulpa maderable. La superficie replantada es de un 77%, las especies utilizadas son el 55% *Eucalyptus* (*E. dunni*), 34% *E. grandis* y 11% de otros *E* y *Pinus* ssp. (DIEA, 2018). Las plantaciones forestales son pastoreadas por herbívoros.

Siendo un país de tradición ganadera, productores que han estado ligados durante generaciones a la producción de ganado para carne, buscan continuar con el negocio y adaptarse a la industria forestal que se encuentra en pleno crecimiento. De hecho, en la mayoría de plantaciones forestales se practica la ganadería. Polla (1998), reporta que se practica en el 90% de emprendimientos forestales.

Sin embargo, no se ha logrado una integración profunda de los componentes (Frey *et al.*, 2009), es decir una visión sistémica del sistema silvopastoril (SSP). En efecto, pocos emprendimientos forestales fueron pensados e implementados con un diseño silvopastoril.

Las plantaciones con *E. globulus* generalmente se destinan a la producción de pulpa para celulosa y están dispuestas en alta densidad, diseño que condiciona el pasaje de radiación solar directa en las pasturas del sotobosque y con ello su composición y producción de forraje. Cubbage *et al.* (2012) reportan que las pasturas crecen en el 30-40% de la tierra que permanece sin plantar. Sin embargo, hay especies nativas que toleran el efecto de una sombra moderada tal como determinaron Barro *et al.* (2012) utilizando *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*, y otras especies toleran niveles intensos de sombra como el *Paspalum regnelli*. Por otro lado, Fedrigo *et al.* (2017) en su estudio en pasturas implantadas y naturales, determinaron que hubo un cambio en el contenido de nutrientes determinado por la baja incidencia de luz, aumentando la concentración de proteína y disminuyendo el contenido de fibra.

En la actualidad factores como: la dinámica de la economía agraria de los países vecinos y su expansión hacia el Uruguay, la inversión y el cambio tecnológico de las industrias forestales y rubros como la agricultura, las políticas económicas y sectoriales en la forestación (Vassallo, 2011), provocaron emprendimientos conjuntos entre empresas forestales y terratenientes locales (alquiler tierras para colocación de ganado), aumentando la utilización de las plantaciones para la incorporación de animales.

Si bien países vecinos y tropicales han caracterizado los sistemas silvopastoriles, en Uruguay falta información para la introducción

de estos sistemas y su manejo considerando las características locales. Hay productores pequeños y medianos que tienen la percepción de que estos sistemas se deberían de implementar, aunque no cuentan con información suficiente para tomar decisiones. El hecho de caracterizar diferentes diseños conlleva a determinar el impacto y la interacción de los diferentes componentes del sistema, labor que tiene la investigación en sistemas relativamente nuevos para el país.

Es por ello que el objetivo principal de este trabajo fue la caracterización y comparación en calidad de las especies forrajeras nativas en SSP y forestales como en SPA en los sistemas bajo estudio del centro-sur y este del Uruguay.

## II. METODOLOGÍA

La actual caracterización se efectuó mediante el método de investigación de estudios de casos. Este tiene como objetivo la búsqueda y análisis sistemático de uno o varios casos, contemplando los temas de interés contemporáneos para la investigación, sobre los cuales el investigador no tiene control (Yacuzzi, 2005).

Se realizaron 3 estudios de casos denominados Estudio 1, 2 y 3, para caracterizar las pasturas naturales en cuanto a su composición florística en el SSP y SPA en la zona centro-sur del Uruguay, a través de diferentes variables.

Para caracterizar la composición florística se utilizó la metodología de Montes de Olmos y Ramírez (1978). Se tomaron 40 puntos al azar en la superficie de pastoreo y en cada sistema por medio de una estaca de 60 cm de altura y se determinaron las frecuencias de especies nativas de interés productivo que tocaban la estaca tal se muestra en la Figura 13. Posteriormente, se realizó la categorización por tipo productivo y apetecibilidad por medio de la clasificación de Rosengurtt (1979). El criterio que se utilizó para la presentación de las especies de pasturas naturales identificadas fue tomar aquellas tuvieron una ocurrencia superior al 8%, como modo de jerarquizar la información.



**Figura 13.** Ejemplo de muestreo de pasturas naturales para su caracterización según composición florística (técnica de Montes de Olmos y Ramírez, 1978).

Para comparar ambos sistemas, SPA respecto del SSP, se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (Baev y Penev, 1995).

$$\text{Índice de Shannon Wiener: } H = -\sum p_i \ln p_i$$

donde

$$p_i = n_i / n$$

$n_i$  = número de individuos por especie

$n$  = número total de individuos de todas las especies

En el Estudio 1 se identificaron los suelos presentes en los sistemas, para ello se utilizó un taladro holandés de 120 cm (Kaplán *et al.*, 2008). Se clasificaron según Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, CRSU, 1976 (MGAP/RENARE, 2001).

Se analizó la calidad de las pasturas naturales presentes en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay, considerando los componentes de materia seca (MS), previo a la estufa para la determinación de: proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo) del sistema de SPA y SSP. La colección de las muestras compuestas de 30 repeticiones para el análisis de las pasturas mediante «*hand clipping*», imitando el pastoreo

de los animales y en una cantidad de muestras representativas del área de estudio.

Las diferencias encontradas en ambos sistemas pastoriles se analizaron utilizando el software estadístico Stata 13 (Stata. Inc, 2013).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 1. Estudio 1

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento situado en el departamento de Florida, Uruguay (33°55'6.88" S, 55°34'13.92" O) de diciembre 2016 a julio 2017 (citado en el Capítulo 2, como Establecimiento B).

El rubro principal es la producción de ganado para carne y complementariamente la silvicultura. De la superficie total (500 ha), se seleccionaron dos potreros de características similares, contiguos y en suelos superficiales a medios, uno SSP y otro SPA, de 26,6 y 30,4 ha respectivamente. La topografía se caracteriza por pendientes suaves con afloramientos de roca dispersos.

Según CONEAT (MGAP/RENARE, 2001) los grupos de suelos encontrados son 2.12 y 2.11<sup>a</sup>. La identificación de los suelos fue coincidente con los descriptos en antecedentes, localizando Brunosoles subéutricos superficiales y profun-

dos. La profundidad de arraigamiento en las laderas altas era de 18 a 20 cm, y en laderas bajas fue de 36 a 38 cm.

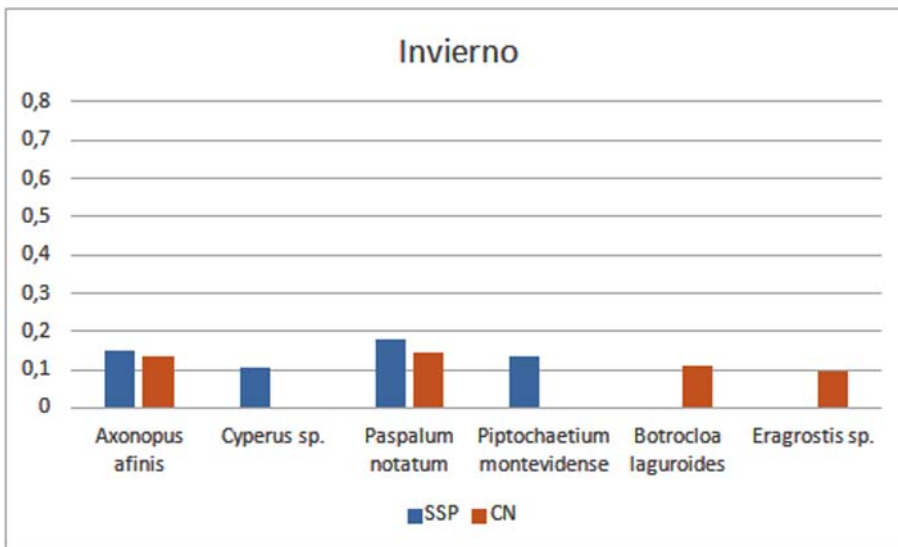
No se encontraron diferencias entre los dos sistemas en los tipos de suelos identificados.

El SSP tiene un diseño de plantación de 2 x 2 x 7 (Figura 1c) con *Eucalyptus globulus globulus* de 6 años, una densidad de 848 árboles/ha y un volumen total de 118 m<sup>3</sup>/ha.

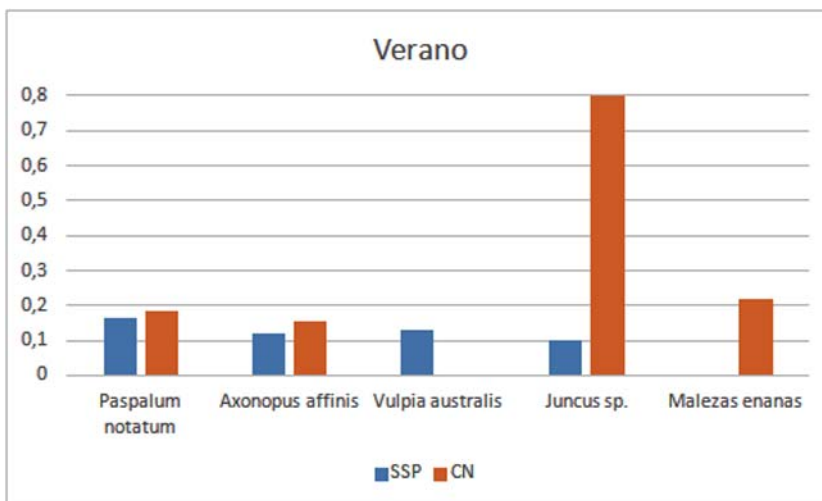
Los animales que pastoreaban eran bovinos machos *Hereford* (*Bos taurus taurus*) de 24 me-

ses de edad, con un peso vivo promedio de 372,8 ± 42,8 kg (M ± DE), y una carga animal de 1 animal por hectárea.

Según los datos recabados por los sensores de temperatura y humedad I-button «Hygrochron» DS1923 instalados en la zona bajo estudio, se determinó en invierno una temperatura media diaria de (M ± DE) 8,6 ± 4 °C y una humedad relativa de 74,9 ± 12%, en verano de 25,0 ± 5 °C y 80,1 ± 21% respectivamente. Se amplía información en el capítulo 7.



**Figura 14.** Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los potreros con SPA y SSP bajo estudio durante el invierno 2017, departamento de Florida.



**Figura 15.** Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los potreros de SPA y SSP bajo estudio durante el verano 2016-17, departamento de Florida.



Las figuras 14 y 15 presentan la composición florística de las cuatro principales especies forrajeras y no forrajeras de invierno y verano respectivamente determinadas en el estudio N° 1.

Se destaca que *Vulpia australis* es anual e invernifera, su presencia se debe posiblemente a que la fecha de muestreo fue en diciembre.

En la Tabla 2 se presenta el análisis de la calidad de las pasturas naturales diferenciando en el sistema SSP y entre filas, y comparándolos con el sistema de SPA.

La cantidad de forraje encontrado previo al invierno en pasturas fue de 107 kg/ha y 1030 kg/ha al verano en el SSP, y 190 kg/ha y 1205 kg/ha en SPA. Se puede observar a partir de la Tabla 2 que los valores de Proteína Cruda (PC) del SPA coinciden con los encontrados en antecedentes (Formoso, 2005).

El contenido relativo de PC en ambos sistemas en invierno es más elevado que en verano, probablemente porque a menor temperatura, menor contenido de pared celular y mayor contenido de proteína. En esta misma línea, se encontró que el contenido de PC en ambas estaciones es mayor en el SSP ( $P < 0,05$ ).

Se aprecian diferencias en PC de la pastura en la entre fila (EF) y la entre línea (EL) de SSP con respecto al SPA, en el invierno del orden de 3,7 a 4,4 %, siendo mayores en verano (5,5 a 4,5 %) ( $P < 0,05$ ).

Las diferencias en el contenido de PC en invierno y verano son mayores en SPA que en el SSP, lo que podría estar dado por mayores diferencias entre las variables ambientales (temperatura y humedad) en ausencia de árboles.

Se determinó mayor contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en invierno en el SPA que en SSP ( $P < 0,05$ ), pudiendo estar dado por las diferencias entre muestreos en la edad del forraje en SPA y no tanto por el efecto de debajo los árboles.

En verano no presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

En verano se observa una tendencia en el que el porcentaje de Materia Seca (MS) es mayor en SPA que en el SSP, lo que podría estar explicado por el microclima generado en el SSP con el diseño de plantación y la menor incidencia de radiación solar directa sobre la pastura.

## 2. Estudio 2

El estudio se situó en un establecimiento rural en el departamento de Durazno, Uruguay ( $33^{\circ}13'59,35''$  S,  $9656^{\circ}2'28,47''$  W) durante el otoño e invierno de 2016 (citado en el Capítulo 2, como Predio C).

El rubro principal es la forestación además de realizar complementariamente pastoreo con animales. Se seleccionaron dos potreros de características similares y contiguos, en donde se

**Tabla 2.** Análisis de las variables MS, PC, FDN, aFDNmo y FDAmo de las pasturas naturales del SPA y SSP del establecimiento bajo el Estudio N°1, departamento de Florida.

	Invierno	%MS	%PC	%aFDNmo	%FDAmo
<b>SPA</b>	Pastura	90	12	77	30
<b>SSP</b>	Entre Filas (EF)	90	16	71	27
	Entre Línea (EL)	34	16	71	32
	Verano	%MS	%PC	%aFDNmo	%FDAmo
<b>SPA</b>	Pastura	35	9	70	34
<b>SSP</b>	Entre Filas	24	15	73	35
	Entre Líneas	31	14	74	34

MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutro; aFDNmo: Fibra Detergente con amilasa y corregida por cenizas; FDAmo: Fibra Detergente Ácido corregida por cenizas.

identificaron suelos superficiales a medios. La topografía se caracterizaba por pendiente suaves.

El sistema de SPA ocupó un área de 6 ha mientras que el SSP contaba con *Eucalyptus grandis*, implantado en 1995 y rebrotado desde 2014. El diseño de plantación fue convencional 2 x 2 (Figura 1a), determinando un DAP promedio de 9,4 cm con una altura 9 metros y una densidad de 1167 árboles por ha. La superficie de pastoreo fue de 20 ha. La carga animal en los respectivos sistemas fue de 0,8 en SPA y 0,9 en SSP animales/ha. Se utilizaron para cada sistema (SPA, SSP) 15 vaquillonas de raza *Angus* seleccionadas totalmente al azar.

En la Tabla 3 se pueden observar las principales especies nativas en SSP. El diseño del cuadro es basa en las 6 principales especies que se identificaron en el SSP, y se compara su frecuencia respecto al SPA. La especie que se identifica con mayor frecuencia relativa es la *Stipa charruana*. Además, se identificaron especies tales como: *Axonopus argentinus* y *Paspalum notatum*, además del *Paspalum dilatatum* que pudiendo a través de adecuadas prácticas de manejo mejorar

su productividad y frecuencia, ya que se trata de una especie de alto valor nutricional.

La especie que se encuentra en mayor proporción y contribuye a la disponibilidad forrajera otoño-invernal en el SPA es la *Stipa charruana*. Además, se relevaron especies de interés productivo en mayor frecuencia respecto al resto, tales como: *Paspalum dilatatum* y *Axonopus argentinus*.

Las especies que en mayor frecuencia aparecieron (>15%) fueron la *Stipa charruana*, *Paspalum dilatatum* y *Axonopus argentinus*, encontrando diferencias significativas entre ambos sistemas (p-valor = 0,009).

Rosengurtt (1979), clasificó las especies forrajeras en diferentes tipos productivos según su valor nutricional, productividad y apetecibilidad. En ambos sistemas predominó la *Stipa charruana* de escaso valor productivo. Se manifiestan diferencias en composición florística entre los dos sistemas productivos, teniendo el sistema SSP una mayor proporción de presencia de especies palatables tales como: *Paspalum notatum* y *Trifolium polymorphum*, aunque se observó también menor presencia de *Paspalum dilatatum*, especie de tipo productivo fino. Las especies de pasturas mencionadas se encuentran clasificadas según su tipo productivo y apetecibilidad en la Tabla 4.

En la Tabla 5 se puede visualizar los valores de variables de calidad nutricional de las pasturas nativas, considerando los dos sistemas y definiendo al SSP en dos zonas diferenciadas por topografía, una de cota más elevada, el «alto», y otra cota más baja. El porcentaje de PC en el análisis, tiene una correlación directa con la mayor proporción de especies de interés productivas identificadas en el sistema SSP comparativamente al SPA.

**Tabla 3.** Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los potreros de SPA y SSP bajo estudio durante el invierno 2016, departamento de Durazno.

Especie vegetal	SSP	SPA
<i>Stipa charruana</i>	33,3	36,9
<i>Paspalum dilatatum</i>	16,7	28,6
<i>Axonopus ssp.</i>	15,5	20,2
<i>Paspalum notatum</i>	13,1	SP
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	11,9	7,1
<i>Trifolium polymorphum</i>	9,5	6

SP: Sin Presencia.

**Tabla 4.** Clasificación según tipo productivo y apetecibilidad de las especies de interés productivo del establecimiento bajo el Estudio N°2.

Especie vegetal	Tipo productivo	Apeticibilidad
<i>Paspalum dilatatum</i>	Fino-cultivable	Prolongada
<i>Axonopus argentinus</i>	Tierno	Media
<i>Stipa charruana</i>	Duro	Joven



**Tabla 5.** Análisis de las variables MS, PC, FDN, aFDNmo y FDAmo de los SPA y SSP del establecimiento bajo el Estudio N°2, departamento de Durazno.

		%MS	%PC	%aFDNmo	%FDAmo
<b>SPA</b>		38	9	70	37
<b>SSP</b>	<b>“Alto”</b>	33	11	73	35
	<b>“Bajo”</b>	24	11	74	36

MS: Materia Seca; PC, Proteína Cruda; FDN; Fibra Detergente Neutro; aFDNmo; Fibra Detergente con amilasa y corregida por cenizas; FDAmo: Fibra Detergente Ácido corregida por cenizas.

El índice de diversidad, Shannon-Wiener en este estudio para el SSP resultó de 1,69 y 1,55 para el SPA. Este índice fue mayor en el SSP (1,69), influyendo posiblemente los manejos mecánico-forestales realizados.

En ambos sistemas se encontraron especies apetecibles para el ganado bajo estudio. En el SSP la pastura mostró un mayor contenido de Proteína Cruda (PC). Se podría inferir que dadas las condiciones de microclima generadas por el marco de plantación las especies generan mayores niveles de proteína en SSP, respecto al SPA). Las pasturas bajo sombra moderada mejoran su relación entre la fotosíntesis y respiración (en definitiva, su eficiencia de utilización de luz), además de mostrar menor proporción de tejidos muertos (Cruz, 1997), tal como pudo observarse a campo.

Por otro lado, las pasturas bajo sombra bajan su tasa fotosintética (Herrero, 1995) dado que reducen su intercepción de luz, así como la formación de azúcares necesarios para su crecimiento, sin embargo se enlentece su envejecimiento y aumenta la concentración de compuestos nitrogenados en la hoja por mayor tiempo (Ludlow *et al.*, 1988).

### 3. Estudio 3

El estudio se localizó en un establecimiento ubicado en el departamento de Lavalleja, localidad de Polanco (33°45'49,51" S y 55°04'14,12" O) durante el verano 2016-2017 (citado en el Capítulo 2 como Predio A).

En este se realiza forestación, silvopastoreo y ganadería extensiva. La topografía se caracteriza por pendientes moderadas con afloramientos rocosos.

La superficie total del establecimiento es de 5000 ha. Se consideró para el SPA un potrero de un área de 100 ha. En este no se introdujeron especies pastoriles, ni se aplicaron fertilizantes. El área destinada al SSP de estudio fue de 200 ha, de características similares y lindero del SPA. La especie forestal fue *Eucalyptus globulus globulus* con una edad de 2 años, el diseño de la plantación de 4 x 2 metros (Figura 1b) y la densidad de 1250 plantas/ha. La carga animal en los SPA fue de 0,8 y 0,9 animales en SSP, con ganado *Hereford* de 3 años de edad.

La zona climáticamente en verano es caracterizada del 1971 al 2014 (INIA Gras, 2015), por tener una temperatura media y desvío estándar (en 24 horas) de 9,39 °C (DE =10,82 °C), 34,78% de humedad relativa (DE =10,82%) y una precipitación acumulada de 3,32 mm (DE =11,66mm). Los suelos son superficiales a medios con algunos afloramientos rocosos, según Índice CO-NEAT (MGAP/RENARE, 2001) los grupos de suelos encontrados son 2.12 y 2.11a.

En la Tabla 6 se pueden observar las especies nativas identificadas en ambos sistemas, SSP y

**Tabla 6.** Frecuencia relativa de especies de pasturas naturales en los SPA y SSP bajo estudio N°3 durante el verano 2016, departamento de Lavalleja.

Especie vegetal	SSP	SPA
<i>Paspalum dilatatum</i>	0,1	0,1
<i>Cynodon dactylon</i>	0,14	0,04
Malezas enanas	0,12	0,11
<i>Piptochaetium stipoides</i>	0,09	0,02
<i>Trifolium polymorphum</i>	0,02	SP
<i>Stipa charruana</i>	0,01	0,05

SP: Sin Presencia.

SPA. El diseño del cuadro es basa en las 6 principales especies que se identificaron en el Sistema SSP, y se compara su frecuencia respecto al SPA.

Según la clasificación de especies de Rosengurt (1979), el sistema de SPA se encuentra compuesto de: 77% de gramíneas, 11% de hierbas y arbustos y 12% de malezas enanas, resultado esperado por lo descrito en la revisión bibliográfica.

En el sistema de SSP se halló un 68% de gramíneas, 17% hierbas y arbustos, 3% leguminosas (*Trifolium polymorphum*) y 12% de malezas enanas, pudiendo atribuir esta diferencia en distribución de especies respecto al SPA al microclima que se genera con el componente forestal. No hay referencia bibliográfica de este dato, siendo de gran importancia profundizar a través del aumento de establecimientos muestreados en próximos estudios en SSP.

Se puede visualizar que hay especies de interés agronómico, las cuales con prácticas de manejo adecuado podrían mejorar su productividad y frecuencia, con el objetivo de aumentar la ganancia de peso del ganado del SSP, al igual que en el SPA. En este estudio vemos la presencia de *Piptochaetium stipoides* especie de tipo tierna y apetecibilidad prolongada.

El índice de Shannon Wiener en el período estival para el SSP resultó de 2,83 y 2,71 para el SPA, siendo la diversidad de especies aproximadamente la misma, aunque los ambientes generados en los distintos sistemas podrían estar influyendo en la frecuencia y aparición de especies nativas.

#### IV. CONCLUSIONES

En Uruguay el pastoreo continuo con cargas relativamente altas y fijas a lo largo del año, ha contribuido a la predominancia de especies rastrojeras estivales tales como el *Paspalum* ssp. y *Axonopus* ssp. (que en mayor medida escapan a la cosecha del animal), aumentando el área ocupada por malezas enanas y de alto porte, tal como afirman Mc. Naughton (1986) y Sala *et al.* (1986).

La presencia en este trabajo de *Paspalum notatum* y *dilatatum*, especies C4, han demostra-

do que parecen tener buena tolerancia ante una sombra moderada (Barro *et al.*, 2012), a pesar de su anatomía característica y su menor plasticidad a adaptarse a restricciones de luminosidad (Sage y McKown, 2006).

En los establecimientos bajo estudio, se encontraron especies forrajeras nativas de interés productivos en ambos sistemas: SSP y SPA. Sin embargo, los mayores porcentajes de PC fueron determinados en los SSP, como se expresa en los Estudios 1 y 2.

El cambio del contenido de nutrientes que hace referencia Fedrigo *et al.* (2017) en las pasturas frente al sombreado, puede estar explicado por la menor eficiencia fotosintética y mayor contenido de compuestos nitrogenados (Ludlow *et al.*, 1988).

Por otro lado, el microclima generado en los diferentes diseños de plantación debería tener un efecto en la calidad nutricional dado por el sombreado, competencia de nutrientes y agua, aunque hacen falta más estudios para determinarlo.

Es clave continuar con estos estudios comparativos de especies en pasturas naturales entre SSP y SPA en el resto del país, a los efectos de generar conocimientos para realizar prácticas de manejo en la búsqueda de optimizar el potencial con fines productivos. En tal sentido, este trabajo contribuye a generar una base de información para continuar investigando sistemas silvopastoriles y forestales.

#### REFERENCIAS

- Baev P., Penev L. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 pp.
- Barro R. S., Varella A. C., Lemaire G., de Medeiros R. B., de Saibro J. C., Nabinger C., Bangel F. V., Carassai I. J. 2012. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. Rev Bras Zootec 41:1589-1597.
- Berreto E. J., do Nascimento D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Serie: Diálogo XXXII. IICA-PROCISUR. Ed. Juan P. Puignau. Montevideo, Uruguay.

- Boggiano P.**, Zanoniani R., Millot J.C. 2005. Respuestas del Campo Natural a Manejos crecientes de Intervención. INIA. 151:105-113.
- Cruz P.** 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. *Plant and Soil*.
- Cubbage F.**, Balmelli G., Bussoni A., Noellemeyer E., Pachas A. N., Fassola H., Colcombet L., Rossner B., Frey G., Dube F., de Silva M. L., Stevenson H., Hamilton J., Hubbard W. 2012. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. *Agrofor Syst* 86:303-314.
- DIEA** (Oficina de Estadísticas Agropecuarias), 2018. Anuario Estadístico Agropecuario. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Fedrico 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. Congreso Internacional Sistemas Silvopastoriles. 9o. Manizales, Colombia, pp. 130-135.
- Formoso D.**, 2005. La Investigación en Utilización de Pasturas Naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Treinta y Tres. 151. pp 51-57.
- Formoso D.**, Gaggero C. 1990. Efecto del Sistema de Pastoreo y la relación Ovino/Vacuno sobre la Producción de Forraje y la Vegetación del Campo Nativo. In II Seminario Nacional de Campo Natural. Tacuarembó. Ed. Hemisferio SUR. pp 299-310.
- Frey G.**, Pachas A., Noellemeyer E., Balmelli G., Fassola H. E., Colcombet L., Stevenson H., Hamilton J., Hubbard W., Cubbage F. 2009. A review and comparison of silvopastoral systems in six regions of the world. Dept. of Forestry and Environmental Resources. North Carolina State University. 11 pp.
- Herrero M.** 1995. Grassland modelling: a decision-support tool. In: Central America: Conservation and Sustainable Development. Proceedings of a workshop on Sustainability of Livestock Production Systems, August 8-11, 1995, San José, Costa Rica. *Ciencias Veterinarias* 17: 72-79.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA Gras).** 2015. Uruguay. Disponible en: <http://www.inia.uy/GRAS>.
- Kaplán A.**, Labella S., Rucks L., Durán A. 2008. Manual para la descripción e interpretación del perfil de suelos. Departamento de Suelos y Aguas, Curso de Edafología. Facultad de Agronomía. Código 165/200/08.
- Ludlow M.** 1978. Light Relations of Pasture Plants. En Wilson, J.R. (ed). *Plant Relations in Pastures*. CSIRO. East Melbourne, Australia
- Mc. Naughton S.J.** 1986. Plants under intensive grazing: lessons from the Serengeti. In: 2º Inter. Rangeland Congress. Canberra, Australia. pp. 436-437.
- MGAP** (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca). 2015. Planes de uso y manejo de suelos.
- MGAP/RENARE.** 2001. Compendio Actualizado de Información de Suelos del Uruguay. En Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. MGAP/RENARE. URL <http://www.cebra.com.uy/renare/compendio-de-suelos-del-uruguay-gratis-y-porinternet/>.
- Montes de Olmos C.**, Ramirez L. 1978. Descripción y muestreo de poblaciones y comunidades. Universidad de Sevilla. pp 11-33.
- Olmos F.**, Franxo J., Sosa M., 2005. Impacto en las Prácticas de Manejo en la Productividad y Diversidad de Pasturas Naturales. INIA. 151: 93-104.
- Polla M. C.**, 1998. El estudio de los sistemas silvopastoriles y el manejo sustentable de los recursos forestales en Uruguay.
- Rosengurtt B.** 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Facultad de Agronomía. pp 39-83.
- Sage R.F.**, McKown A.D. (2006). Is C4 photosynthesis less phenotypically plastic than C 3 photosynthesis? *Exp Bot.* 57:303-317.
- Sala O. E.**, Oesterheld M., León R.J.C., Soriano A. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetation*, 67: pp 27-32.
- Vassallo M.** 2011. Dinámica y competencia intrasectorial en el agro. Uruguay 2000 - 2010. Universidad de la República, Comisión Sectorial de Investigación Científica, Montevideo. pp 170.
- Yacuzzi, Enrique,** (2005), El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación, No 296. CEMA Working Papers: Serie Documentos de Trabajo, Universidad del CEMA.

Ing. Agr. Milena González\*,

Ing. Agr. Luis Guerrini\*

Editado por DMTV Stella M. Huertas

\*Técnicos contratados especialmente para realizar este informe

## 5. CARACTERIZACIÓN FORESTAL EN CINCO ESTABLECIMIENTOS DEL CENTRO-SUR Y SUR-ESTE DEL URUGUAY

### I. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a una caracterización forestal de cinco establecimientos agroforestales bajo estudio en el Proyecto INIA FPTA 311 correspondiente a esta publicación, ubicados en los departamentos de Florida, Lavalleja y Durazno, durante los meses de marzo y abril de 2017. Ver fotos aéreas de las Figuras 2, 3 y 4 en el capítulo 2.

### II. METODOLOGÍA GENERAL

La caracterización se basó en el estudio cuali y cuantitativo de la población de árboles mediante la técnica de inventarios forestales. Se relevó información respecto a diámetros y alturas, para luego estimar el área basal y volumen.

En cada predio se realizaron muestreos aleatorios simples (MAS) y la técnica se basó en determinar puntos de muestreos representativos de la población para poder proceder a inferir sobre la misma. Cada punto de muestreo se diseñó de forma circular, teniendo como principal ventaja que presenta una máxima relación área/perímetro, con lo cual permite el mínimo de situaciones dudosas en cuanto a árboles límite o borde y se ajusta mejor al tamaño de las parcelas bajo estudio. Las parcelas circulares fueron de 300 m<sup>2</sup> en las que se relevó:

- Diámetro a 1,3 m de altura (o diámetro a la altura del pecho: DAP) de todos los árboles de la parcela;

- Altura de dos árboles por clase diamétrica. En las clases diamétricas se agrupan los individuos cuyos DAP se encuentran dentro de los rangos mostrados en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Clases diamétricas agrupadas según rango de DAP.

CLASE	RANGO DAP (cm)
1 .....	<5
2 .....	5,1 a 10
3 .....	10,1 a 15
4 .....	15,1 a 20
5 .....	20,1 a 25
6 .....	25,1 a 30

Las parcelas o puntos de muestreo, fueron ubicadas de forma sistemática por toda la superficie.

Para el relevamiento de la información se utilizaron los siguientes instrumentos y materiales:

- Planillas de registro de datos a campo.
- GPS con los centros de las parcelas previamente cargados.
- Forcípula metálica con 1 mm de precisión para la obtención de DAP
- Clinómetro electrónico para la medición de altura.
- Cinta métrica para definir perímetro y conocer la distancia del operario al árbol en la medición de altura.

- Spray para marcar y delimitar la parcela.

Una vez encontrado el punto cargado en el GPS en el campo, se colocó el extremo 0 (cero) de la cinta métrica y se realiza un giro de 9,77 m de radio, procediéndose a la medición de los DAP dentro de la circunferencia determinada.

Obtenidos los diámetros, en los dos árboles seleccionados de cada clase diamétrica encontrada dentro de la parcela, se procedió a medir su altura total y altura comercial a 7 cm de diámetro.

### i. Descripción cualitativa

En este tipo de caracterización se incluyen cuatro factores primarios:

- **Origen:** se estudia el origen de los rodales.
- **Edad:** se analiza la relación de edades entre los ejemplares que componen el rodal. Pueden ser bosques coetáneos, integrados por individuos de la misma edad o de diferente edad, según cuando se haya realizado el corte.
- **Nivel del dosel:** considera si son bosques compuestos o complejos, integrados por varios estratos, si han sido manejados o no, si aparecen árboles pertenecientes a un estrato dominante, si hay estrato medio o co-dominante, y si coexisten con otros intermedios, suprimidos y/o muertos o secos.
- **Composición:** se tiene en cuenta la integración de especies en el rodal. Se estudia si están compuestos en un 100% por la misma especie o por más de una.

### ii. Descripción cuantitativa

Se presentan los resultados dasométricos de los puntos de muestreo expresados en hectáreas para las especies de *Eucalyptus* ssp. de cada predio resumidos en el siguiente cuadro.

## III. RESULTADOS

Se relevaron establecimientos forestales del orden de las 40 hasta las 120 ha, de los cuales solo uno de ellos tenía plantaciones de *Eucalyptus grandis*, los demás eran de *globulus* en su mayoría.

Tres de ellos se encontraban con rebrotes de su segundo turno, ya que habían sido cortados en 2008, 2010 y 2014, respectivamente.

Los diseños de plantación se esquematizaron en las Figuras 1a, 1b y 1c del capítulo 2 y las fotos respectivas aparecen en las Figuras 16, 17, 18, 19 y 20 del capítulo 5.

El diámetro a la altura del pecho (DAP) fue desde 9,4 hasta 16,1, la densidad promedio presentó gran variación entre los predios, oscilando entre 200 árboles por metro cuadrado en el monte más deteriorado y 1167 en el predio más poblado.

En dos predios, se encontraron árboles con buen estado sanitario mientras que en otros se reportaron árboles con síntomas de enfermedad y en baja densidad, tal como se muestra en la Tabla 8.



**Tabla 8.** Resumen de los datos sobre la caracterización de las plantaciones forestales en 5 establecimientos bajo estudio, en el centro y sureste del Uruguay en otoño 2017.

Indicadores relevados	Lavalleja	Florida 1	Florida 2	Florida 3	Durazno
	<i>Euc. globulus</i>	<i>Euc. globulus</i>	<i>Euc. globulus</i> <i>Euc. viminalis</i> (1,2 ha)	<i>Euc. globulus</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>
Superficie (ha)	100,2	33,82	34,13	43,81	295- evaluada 35
Edad	2012	1998-Rebrotes 2008	1998-Rebrotes 2009	2010	1995- rebrotes 2014
Diseño	4x2	4x2	4x2	2x2x7	2x2
Nivel del dosel	Fustales	Tallares. y regeneración de 1 rebrote/cepa, varios estratos	Tallares. y regeneración de 2 rebrotes/cepa, varios estratos	Fustales coetáneos	Tallares, varios estratos, brotes nuevos y restos de cosecha. Monte sucio
DENSIDAD prom (arb/ha)	484	200	472,2	848	1167 (de 467 a 1867)
DAP prom (cm)	10,7	16	16,1	14,16	9,4
Altura prom (m)	10,5	10,1	10,3	13,8	9,9
Altura comercial (m)	5,5	5,5	5,5	8,3	5
Volumen total (m <sup>3</sup> /ha)	26,6	26,2	66,4	118,8	36
Volumen comercial 7 (m <sup>3</sup> /ha)	13,1	11,8	26	23,29	11,2
IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)	5,3	3,45	8,4	16,98	18
IMA vol com (m <sup>3</sup> /ha)					5,6
Estado general	Estado sanitario aceptable aunque con alta mortandad	Densidad baja y árboles con síntomas de enfermedad	Densidad baja y árboles con síntomas de enfermedad	Bueno y buen crecimiento	Estado sanitario aceptable. Gran variabilidad de densidad



**Figura 16.** Foto de plantación forestal en predio A, Lavalleja



**Figura 17.** Foto de plantación forestal en predio B, Florida





**Figura 18.** Foto de plantación forestal en predio C, Durazno



**Figura 19.** Foto de plantación forestal en predio D, Florida



**Figura 20.** Foto de plantación forestal en predio E, Florida.



Pablo E. Bobadilla<sup>1,4</sup>,  
Hernán J. Bueno<sup>2</sup>,  
Emilie Akkermans<sup>3</sup>,  
Stella M. Huertas<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de la República, Facultad de Veterinaria

<sup>2</sup> Instituto Plan Agropecuario

<sup>3</sup> Ejercicio liberal de la profesión

<sup>4</sup> Centro Colaborador OIE en Bienestar Animal y Sistemas de Producción Pecuarios

## 6. COMPORTAMIENTO DE LOS BOVINOS EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL

### I. INTRODUCCIÓN

El estudio del comportamiento de los animales en los sistemas de producción (etología aplicada), provee información de relevancia para desarrollar sistemas productivos adecuados al tipo de animal con el que se trabaja, contemplando aspectos que mejoren la productividad del sistema, así como el respeto por el bienestar animal (BA). Para alcanzar altos estándares de BA es necesario entre otros aspectos contemplar las necesidades de los animales y permitir que expresen el comportamiento normal de su especie, tal como lo sugiere la 5ª libertad (*Farm Animal Welfare Council*, 2009) y el capítulo 7 del Código Terrestre de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son de reciente introducción en el Uruguay, esto implica que la investigación científica que considere las condiciones locales de producción es escasa. La mayor parte de la investigación se ha desarrollado en países con condiciones productivas diferentes que utilizan bovinos tradicionalmente no utilizados a nivel local (mayoritariamente *Bos indicus*), pequeños potreros y una pastura artificial. Por lo tanto, se considera relevante conocer cómo se adaptan los animales de razas europeas a los SSP locales, potreros de grandes extensiones y el campo natural como fuente nutricional.

Visto los puntos anteriores, si queremos conocer el comportamiento de los bovinos en los SSP, será de partida y referencia ineludible discutir brevemente cual es comportamiento de los bovinos de razas europeas en sistemas de producción similares al nuestro (extensivos y en régimen

de pastura natural). Para luego proceder a desarrollar los hallazgos en los SSP locales.

Autores como Kilgou *et al.* (2012) estudiaron grupos de bovinos en condiciones extensivas en pasturas naturales, o como los llamaremos en este trabajo Sistemas de Pastura Abierta (SPA). Estos autores utilizaron grupos de bovinos de entre 56 a 500 individuos y grandes superficies de pastoreo. En 133.840 registros individuales de comportamiento los autores encontraron que el 50% fue comportamiento de pastoreo, seguido por el descanso (tanto de pie como echados) con un 31,8% y el de caminata con 13,8%, el remanente 3,4% incluyó todas las categorías de comportamiento restantes. Dejando en claro que el pastoreo y el descanso son las actividades preponderantes. Además, encontraron que la actividad de pastoreo es mayor durante las horas del día con una fuerte concentración al amanecer y al atardecer, coincidiendo con hallazgos previos de autores como Linnane *et al.* (2001), quienes a su vez encontraron que los patrones de pastoreo varían según las estaciones debido a las horas de luz diarias, con un aumento del tiempo de pastoreo nocturno durante los meses de invierno.

Por lo tanto, se planteó como objetivos de este trabajo conocer las principales características del comportamiento de los bovinos en un SSP comparándolo con un SPA. Para esto se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Cuantificar la proporción de individuos expresando estados de conducta (pastoreo, reposo, caminando y parados)



b) Describir el uso por parte de los animales de las diferentes áreas de los potreros (pastura, áreas forestadas, montes de abrigo y aguadas naturales).

SSP fue de 49,5 ha, distribuidas en dos potreros de 23,3 ha (SSP1) y 26,2 ha (SSP2). La superficie del Sistema Pastura Abierta (SPA), SPA1 y 18,7 ha en SPA2, contiguos a las plantaciones.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio etológico observacional se realizó en un establecimiento comercial con SSP que integra el sistema ganadero. La superficie del

### II.1 Zonificación de potreros

Los potreros se clasificaron en zonas para determinar las preferencias espaciales de los

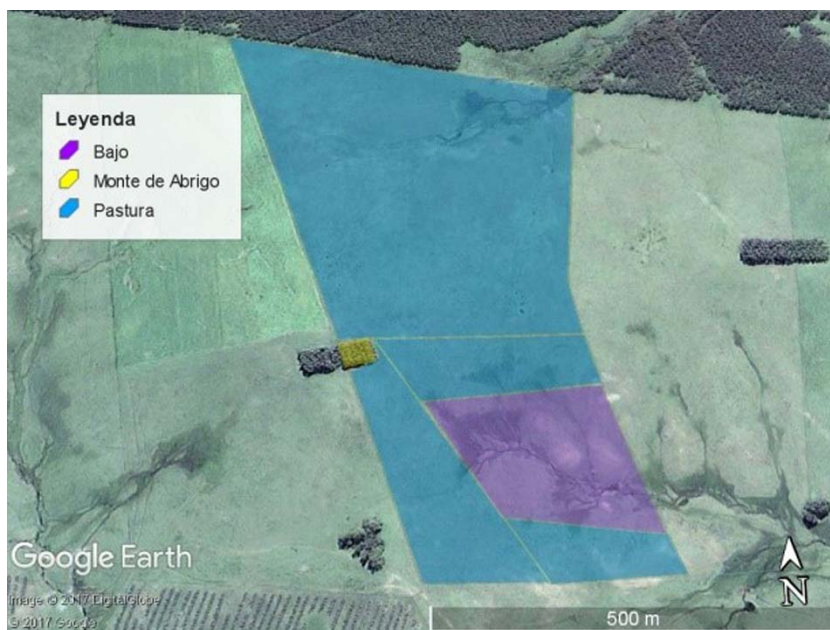


Figura 21. Ejemplo de designación de zonas en una parcela Sistema de Pastura Abierta (SPA)

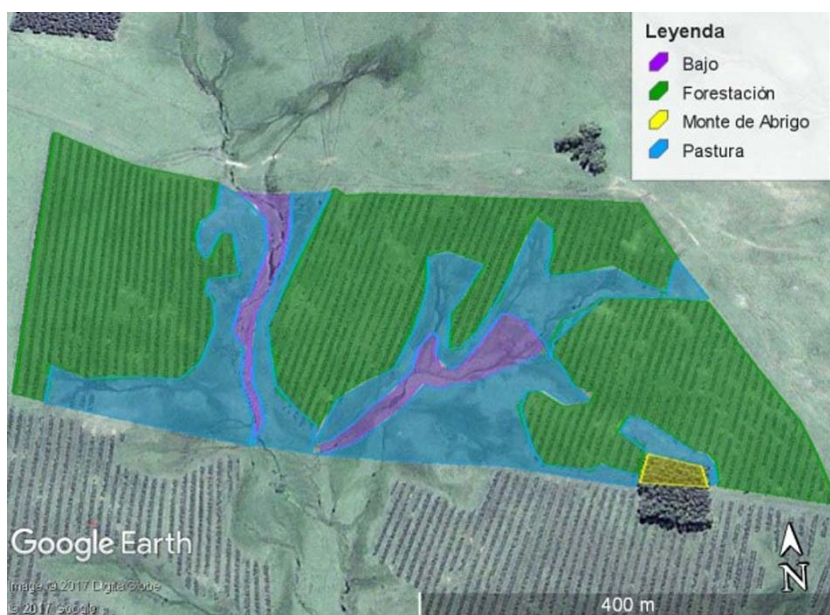


Figura 21a. Ejemplo de designación de zonas en una parcela Sistema Silvopastoril (SSP)

bovinos dentro de los mismos. Las zonas se determinaron por las características ambientales, en las que se apreciaron claras diferencias, y que a su vez permitieran una identificación rápida por parte de los observadores.

La Figura 20 (ver Capítulo 5) muestra la vista aérea de los cuatro potreros utilizados (dos de campo natural y dos plantados) denominados SPA1, SPA2, SSP1, SSP2, indicando su ubicación y superficie. La figura 21 muestra un ejemplo de las zonas en que fueron clasificados los potreros (zonificación) SPA1 y SSP1. Lo mismo se realizó con los SPA2 y SSP2.

## II.2 Glosario de términos utilizados en la zonificación de los potreros

**Bajo:** la zona de mayor depresión en el terreno y en la misma existe vegetación asociada a

aguadas naturales (altos niveles de disponibilidad de agua). Es la zona donde se encuentran las aguadas en los potreros.

**Forestación:** área bi-estratificada, con un estrato herbáceo a nivel de suelo y sobre el mismo los *Eucalyptus globulus globulus* como estrato arbóreo. Esta área fue de ocurrencia exclusiva en el SSP.

**Monte de abrigo:** plantación de árboles, plantados anteriormente a la forestación (de mayor densidad que la misma), por lo tanto de mayor tamaño y sin fines productivos forestales, sirve de abrigo frente a condiciones climáticas adversas así como actividades de descanso y acceso a la sombra. La superficie en hectáreas de cada monte de abrigo fue: 0,16 en SPA1, 0,8 en SPA2, 0,15 en SSP1 y 0,23 en SSP2.

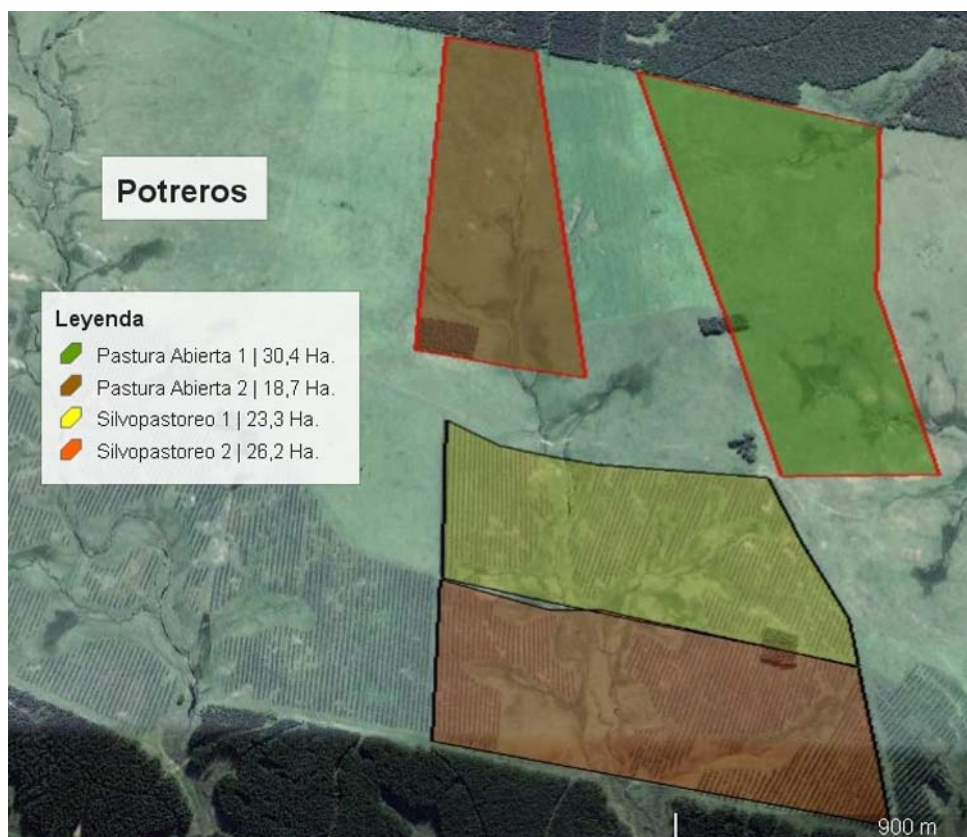


Figura 22. Vista aérea de los potreros SPA1, SPA2, SSP1, SSP2.

**Pastura:** área compuesta exclusivamente por estrato vegetal herbáceo y sin cobertura arbórea.

## II.2 Animales y grupos

Para el estudio etológico se trabajó con cuatro grupos de animales compuestos enteramente por *Bos taurus* raza Hereford. En los SPA se observaron 31 vacas de  $365 \pm 41$  kg; 31 novillos de  $313 \pm 29$ kg; en SSP se registraron 18 vacas de  $380 \pm 44$  kg y 23 novillos de  $315 \pm 27$  kg.

## II.3 Observadores y registros etológicos

Las observaciones se realizaron por parte de observadores previamente entrenados hasta lograr un nivel aceptable de concordancia entre los mismos, según la herramienta estadística *Kappa* (Cohen,1960).

### a) Registros etológicos y de uso de las zonas del potrero

Los registros se realizaron en dos etapas. Una durante julio 2016 y otra en febrero 2017. Se asignó un observador a cada potrero. Cada día de observación se dividió en 3 etapas, la primera de 8:00 a 10:00 hs, la segunda de 12:00 a 14:00 y la tercera de 16:00 a 18:00.

Se utilizó una técnica que consiste en un barrido con un registro del tipo instantáneo (Martin y Bateson, 1993) cada 15 min. En cada punto muestral se registró el estado de conducta de cada individuo que luego se ponderó sobre el total de individuos observados, de esta manera se obtuvo la proporción de animales en cada

estado conductual. En cada punto de registro se determinó en que zona del potrero se ubicaba el 50% o más animales, para determinar las zonas utilizadas por los animales.

Se evaluaron los siguientes estados conductuales (Kilgour *et al.*, 2012):

- **Pastando:** el animal se encontró con la cabeza hacia abajo, cosechando pasto con la boca.
- **Echado:** el animal se encontró con la mayor parte de su cuerpo en contacto con el piso, pudiendo estar con la cabeza en alto o apoyada sobre un lateral de su cuerpo, este estado de comportamiento pudo incluir el comportamiento de rumia.
- **Caminando:** el animal se encontró desplazándose con la cabeza en alto, este comportamiento se deberá observar por un período levemente mayor de tiempo para distinguir que la caminata no sea parte de una cuota de alimentación.
- **Parado:** el animal se encontró apoyado en sus cuatro extremidades en el piso sin actividad aparente, este estado de comportamiento pudo incluir el comportamiento de rumia.
- **Otros:** categoría abierta en la que los observadores registraban los estados conductuales que no se encontraban en las categorías anteriores y pudieran ser registrados durante los puntos de registro.

## II.4 Registros adicionales

Los promedios y Desvío Estándar (DE) de la temperatura ambiente y humedad relativa del aire en cada tratamiento durante los días de las observaciones fueron los siguientes tal como se aprecia en la Tabla 9..

**Tabla 9.** Valores promedio y Desvío Estándar (DE) de Temperatura ambiente y humedad relativa de SSP y SPA en invierno y verano respectivamente.

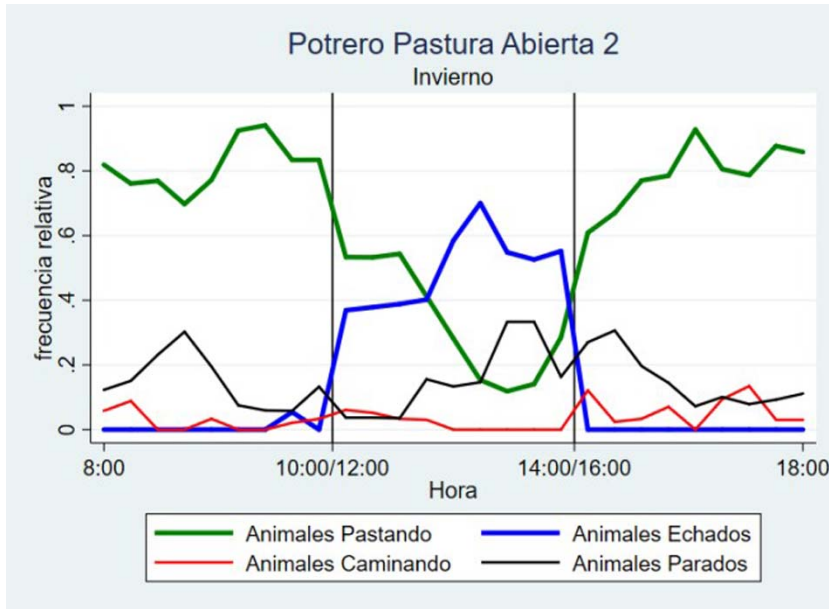
	SSP		SPA	
	Temp °C±DE	Hum %±DE	Temp °C±DE	Hum %±DE
VERANO	26,6±7,2	89,6±11,7	24,7±5,5	76,3±19,2
INVIERNO	8,8±4,5	74,5±11,6	8,3±4,8	75,5±12,7



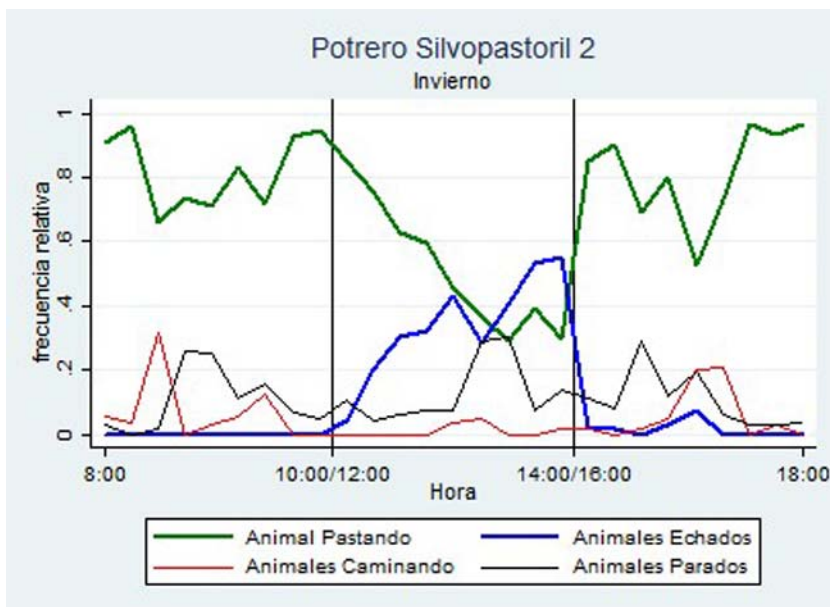
### II.5 Análisis estadístico

Se utilizó un Modelo General Lineal de la familia binomial, considerando la proporción de

animales pastoreando como la variable dependiente y al sistema, potrero, día de registro y momento del día (mañana, mediodía o tarde) del registro como variables factor.



**Figuras 23.** Proporción de animales en estados conductuales en invierno SPA.



**Figuras 24.** Proporción de animales en estados conductuales en invierno SSP.





**Figura 25.** Uso del espacio según sistema de producción para las observaciones de invierno.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### III.1 Registros de invierno

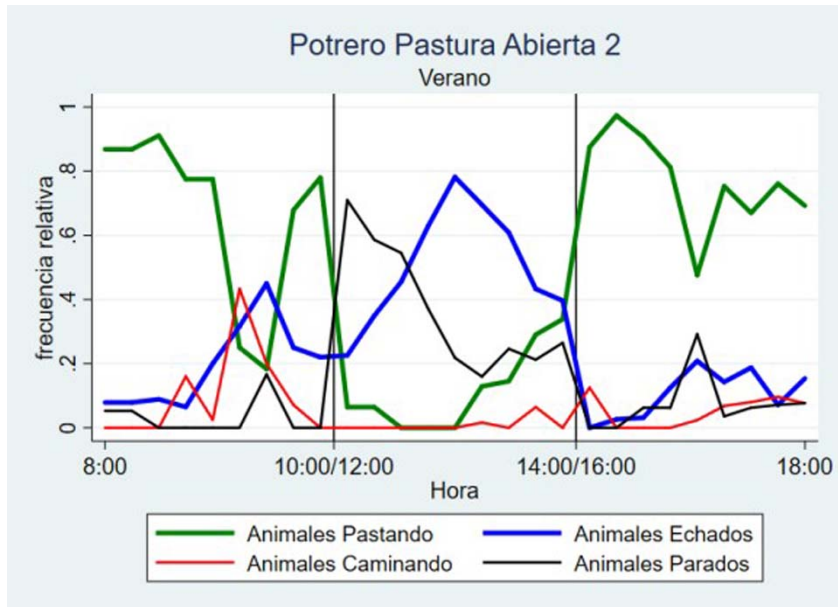
Durante los registros realizados en invierno se encontró que la proporción de animales pastando fue similar en ambos sistemas, registrándose dos picos de actividad pastoril (mañana y tarde) con un máximo de la actividad de descanso al mediodía, esto se repitió en los cuatro grupos de animales evaluados. En las Figuras 23 y 24 se presentan los resultados de las proporciones de animales que desempeñan determinadas actividades conductuales los potreros SPA2 y SSP2. Cabe recordar que este tipo de actividad había sido previamente encontrado por otros autores para bovinos de razas europeas en sistemas extensivos (Kilgour *et al.*, 2012; Linnane *et al.*, 2001)

Al respecto del uso del espacio, se encontró que los animales en SPA utilizan mayoritariamente la pastura, y que los animales en SSP alternan, el uso de las zonas forestadas y sin forestar de los

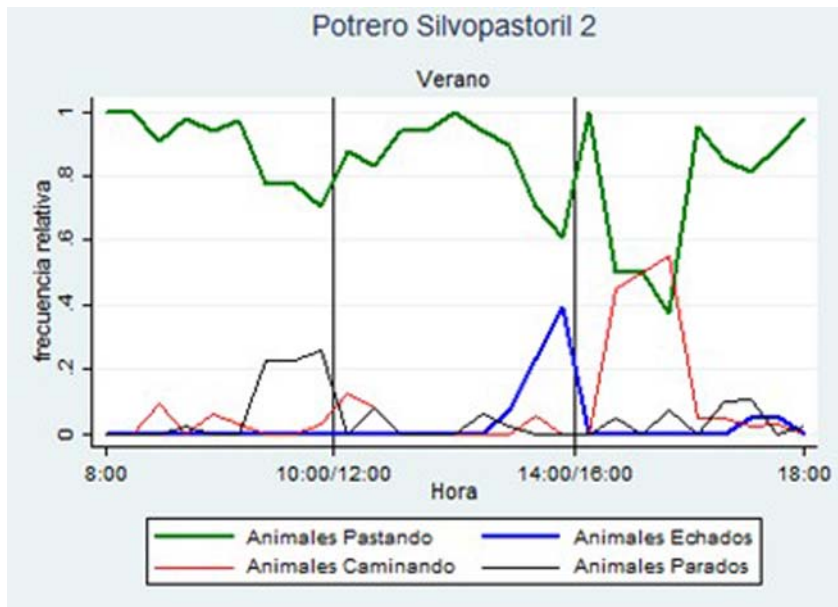
potreros durante el día. Los resultados para los animales agrupados por sistema, se muestran en la Figura 25.

#### III.2 Registros de verano

Durante los registros realizados en verano surgieron diferencias en la actividad de los animales, según fuera el sistema en que se encontraron. Los animales en SPA, mostraron una actividad similar a la encontrada en invierno que como se dijo anteriormente coincide con los hallazgos de otros autores, sin embargo, los animales en SSP muestran una marcada diferencia ( $p < 0.001$ ) al respecto de la actividad de pastoreo, así como menor variación de la actividad de pastoreo durante el día ( $p < 0.0001$ ). Se presentan los resultados de los potreros SPA2 y SSP2 en las figuras 26 y 27. Los animales en SSP en verano muestran un patrón de conducta en el que predomina el pastoreo. Esta conducta la realizaron alternando entre la sombra provista por la forestación y la exposición al sol en la



**Figura 26.** Proporción de animales en los diferentes estados conductuales en verano en SPA .

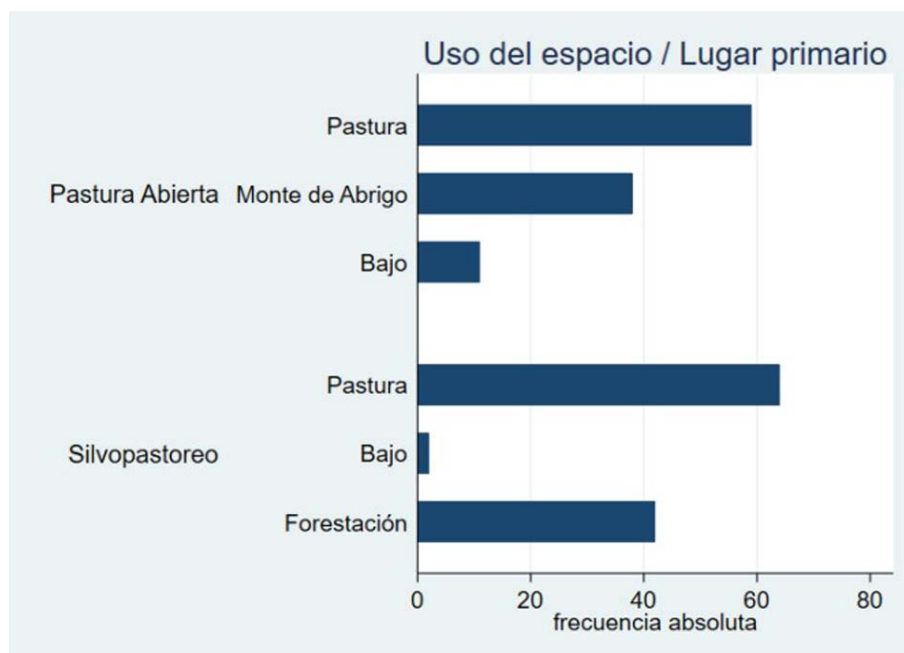


**Figura 27.** Proporción de animales en diferentes estados conductuales en verano en SSP.

pastura. Los animales en SSP ante la disponibilidad de sombra y alimento en el mismo lugar optan por realizar la conducta de pastoreo.

Al respecto del uso del espacio, los animales en SPA utilizan la pastura predominantemente, sin embargo, el monte de abrigo es un

área que utilizada en gran proporción en especial si se compara con lo ocurrido en invierno, estos resultados se muestran en la figura 8. El uso de las áreas con sombra en verano ha sido documentado (Blackshaw & Blackshaw, 1994; Karki & Goodman, 2010) como asimismo el uso



**Figura 28.** Uso del espacio según sistema de producción para observaciones de verano.

de la sombra en las horas posteriores al mediodía (Kendall *et al.*, 2006).

Es importante destacar que los animales en ambos potreros de SPA, recurrieron a las zonas de monte de abrigo, durante las observaciones de mediodía en las que la proporción de animales echados fue máxima y significativamente diferente ( $p < 0,001$ ) a lo ocurrido con los animales en SSP, los cuales alternan, el uso de las zonas forestadas y sin forestar de los potreros durante el día, tanto para el pastoreo como para el descanso. Karki & Goodman (2010) y De Souza *et al.* (2010) evaluaron el uso del tiempo y el espacio en SSP con *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp. respectivamente, encontrando un uso más equitativo de las áreas del potrero en animales en bajo las plantaciones frente a animales en pasturas abiertas.

Es esperable que los animales en SPA recurran al monte de abrigo durante las horas del mediodía, ya que la vegetación puede proteger al ganado de la radiación solar durante el verano. Árboles y arbustos además de proveer sombra, crean un efecto refrescante producto de la humedad que se evapora de sus hojas (Shearer *et al.*, 1999; Van Laer *et al.*, 2014). Esto parece tener un

efecto también en los animales de SSP ya que sin detener la actividad de pastoreo alternan el uso de áreas con y sin forestación.

De Souza (2010) reportó que animales en SSP con *Eucalyptus* spp. de 18 m de altura pasaron 66,28% del tiempo a la sombra de los árboles, mientras que animales en potreros con árboles de 8 metros distribuyeron su tiempo equitativamente entre sombra y sol. Por lo que debe ser tenido en cuenta este factor, que se encuentra asociado a la edad del SSP.

#### IV. CONCLUSIONES

Durante el invierno no se registraron diferencias en el patrón conductual de los bovinos mantenidos en condiciones de SSP o SPA.

Los bovinos de SSP utilizaron las áreas soleadas de los potreros en las primeras horas del día durante el invierno.

Durante el verano los bovinos en SPA utilizaron predominantemente el monte de abrigo en horas del mediodía, mientras que los animales en SSP utilizan la forestación y la pastura equitativamente.

Durante el verano los grupos de SPA mantuvieron un patrón de comportamiento similar al descrito para el invierno con un máximo de animales pastoreando a la mañana, en la tarde y un mínimo de animales en estado conductual de pastoreo durante las horas posteriores al mediodía, mientras que los animales en SSP, presentan un patrón donde predomina la conducta del pastoreo.

Durante el invierno no se registraron diferencias en el patrón conductual de los bovinos mantenidos en condiciones de SSP o SPA.

## REFERENCIAS

- Blackshaw** JK and **Blackshaw** AW. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. 1994 *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34(2) 285 – 295
- Cohen**, J. 1960 A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20, 37-46.
- De Souza** W, **Rus Barbosa** O, **de Araújo Marques** J, **Gasparino** E, **Cecato** U, **Martins Barbo** L. 2010. Behavior of beef cattle in silvopastoral systems with eucalyptus. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39: 677-684.
- Farm Animal Welfare Council**. 2009 *Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future*. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/319292/Farm\\_Animal\\_Welfare\\_in\\_Great\\_Britain\\_Past\\_Present\\_and\\_Future.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_Past_Present_and_Future.pdf) (fecha de consulta: 15 de febrero 2010) <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139168342>
- Karki** U, **Goodman** M. 2010 Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture. *Agroforest Syst* 78(2):159-168.
- Kendall** P, **Nielsen** P, **Webster** J, **Verkerk** G, **Littlejohn** R, **Matthews** L. 2006 The effects of providing shade to lactating dairy cows in temperate climate. *Livestock Science* 103:148-157.
- Kilgour** R, **Uetake** K, **Ishiwata** T, **Melville** G. 2012 The behavior of beef cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science* 138:12-17.
- Linnane**, M, **Brereton** A, **Giller** P. 2001 Seasonal changes in circadian grazing patterns of Kerry cows (*Bos taurus*) in semi-feral condition in Killarney National Park, Co. Kerry, Ireland. *Applied Animal Behaviour Science* 71: 277-292.
- Martin**, P., & **Bateson**, P. P. G. 1993 *Measuring behaviour: An introductory guide* (2nd ed.). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)-Bienestar Animal**. Disponible en: <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Shearer** J., **Beede**, D., **Bray**, D., **Bucklin** R. 1999 Managing during heat stress. In **Eastridge**, M.L. (Ed.), 1999 Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference, Ohio State University Department of Animal Science, Ohio. pp. 98-99.
- Van laer** E, **Palmyre** C, **Moons** H, **Sonck**, André F, **Tuytens**, M. 2017 Importance of outdoor shelter for cattle in temperate climates. *Livestock Science* 159:87-101.



**Stella M. Huertas<sup>1,2</sup>,**  
**Pablo E. Bobadilla<sup>1,2</sup>,**  
**Emilie Akkermans<sup>3</sup>,**  
**Andrés D. Gil<sup>1,2</sup>**

---

<sup>1</sup>Departamento de Bioestadística, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República-Uruguay, Uruguay

<sup>2</sup>Centro Colaborador en OIE en Bienestar Animal

<sup>3</sup>Ejercicio liberal

# 7. VALORACIÓN DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD COMO MEDIDA CONFIABLE PARA EVALUAR EL ESTRÉS TÉRMICO EN GANADO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DE CLIMAS TEMPLADOS

## I. INTRODUCCIÓN

En muchas partes del mundo, la producción de carne se realiza bajo condiciones extensivas. En la mayoría de las regiones tropicales, esos sistemas se caracterizan por tener un monocultivo de pasturas y la ausencia (o pequeña presencia) de árboles para sombra (Navas Panadero, 2010; Murgueitio *et al.*, 2011). Esto ha promovido la preocupación por el rendimiento y el bienestar del ganado pueden verse afectados negativamente por las condiciones climáticas, siendo el estrés por calor un signo de deterioro del bienestar animal (BA). El efecto positivo de la sombra está bien demostrado sobre las variables fisiológicas y productivas del ganado en estas condiciones (Broom *et al.*, 2013; Barragán *et al.*, 2015).

En zonas subtropicales y templadas como Australia, Nueva Zelanda, Argentina, Brasil y Uruguay, los sistemas extensivos de producción de ganado se basan en el manejo de pastizales naturales, pero la gran extensión de los establecimientos productores, la gran cantidad de animales y la necesidad de acceder a pasturas naturales frescas, hacen que sea imposible proporcionar refugios artificiales en cada potrero de sistemas de pasturas abiertas (SPA), algunos de ellos con más de 150 ha (Rovira & Velazco, 2010).

En tanto, en algunos meses del año, las altas temperaturas ambiente, los altos valores de humedad relativa, sumados a la radiación solar

durante el día, promueven condiciones ambientales en las que los animales no pueden mantener la temperatura corporal (Rovira & Velazco, 2010). Por tanto, el efecto de la temperatura ambiente ( $T_a$ ) y la humedad relativa ( $H_r$ ) puede verse afectado por diferentes factores, como la edad, el sexo, el genotipo, la condición corporal y la raza de los animales, siendo esta última una de las más importantes, constituyendo el ganado *Bos taurus taurus* los que más sufren comparativamente con los de razas cebuinas (Beatty *et al.*, 2004).

Signos como la frecuencia respiratoria (FR), la temperatura corporal, los cambios de los parámetros fisiológicos y metabólicos, entre otros, se consideran indicadores de estrés por calor en el ganado (Gaughan *et al.*, 2000; Mader *et al.*, 2006).

El índice de temperatura y humedad (ITH) según Thorn (1959) se usa comúnmente como un indicador indirecto de los niveles de estrés por calor en el ganado bovino, considerándose normales si el ITH es menor o igual a 74; alerta si el ITH se encuentra entre 75 y 78; peligro cuando el valor de ITH está entre 79 y 83 y emergencia con valores superiores a 84.

Cuando los animales se encuentran en grandes extensiones, una forma aceptable de registrar signos de estrés por calor es observar la frecuencia respiratoria aumentada y la presencia de jadeo en los mismos (respiración acelerada

con la boca abierta y protrusión de la lengua en algunos casos).

Estudios realizados en países tropicales y templados, muestran que los Sistemas Silvopastorales (SSP) tienen un efecto beneficioso en los animales desde el punto de vista del bienestar, generando un microclima particular, proporcionando para los animales protección contra la radiación solar y los fuertes vientos principalmente debido al componente forestal (Mancera *et al.*, 2018; Huertas *et al.*, 2018).

Con el objetivo de caracterizar el efecto del ITH en el ganado vacuno de razas europeas, ya sea en SSP o en Sistemas de Pastura Abierta (SPA), se evaluó los valores de ITH durante un año completo (cuatro temporadas) en establecimientos productores extensivos en Uruguay.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### a) Potreros

Se trabajó en un predio productor comercial de 500 ha ubicado en una región de suaves pendientes con afloramientos dispersos de rocas en el departamento de Florida (33° 55'6.88 «S, 55° 34'13.92" W), Uruguay (ver capítulo 2). Se seleccionaron cuatro potreros, dos de ellos con SPA y los dos restantes con SSP con un diseño de plantación 2x2x7 (dos líneas de árboles con una distancia de 2 m entre ellos y una distancia de 7

m entre las dos líneas siguientes), con una densidad de aproximadamente 848 árboles/ha. Los dos potreros de SPA (SPA1 y SPA2) tenían 30,4 ha y 18,7 ha respectivamente y compartían una hectárea de árboles antiguos en el medio de los dos potreros, con el único fin de sombra y refugio para los animales y no con fines de forestación comercial. Los potreros (SSP1 y SSP2) tenían 23,3 ha y 26,2 respectivamente.

### b) Registros de temperatura y humedad.

Se instalaron dos pares de sensores de botón (I «Hygrochron» DS1923), cada uno en una caja de madera blanca con el lado abierto orientado hacia el Sur a 2 m de altura. Todos los sensores registraron la temperatura del aire ( $T_a$ ) y la humedad relativa en el aire ( $H_r$ ) cada seis horas, comenzando a las 00:00 todos los días durante todo un mes (enero). Un par tenía un sensor en SPA1 y otro en SSP1, el par restante tenía un sensor en SPA2 y otro en SSP2, tal como se muestra en la Figura 31. Se consideró la topografía del terreno con el objetivo de maximizar las similitudes entre los sensores de cada par.

### c) Animales

Se trabajó con 2 categorías de animales. vacas de tres años y novillos de dos años, todos ellos *Bos taurus taurus* (raza *Hereford*), asigna-



Figura 29. Ubicación de los sensores según tipo de potreros.

dos en grupos a cada potrero. 31 vacas (364 kg SD 41) a SPA1, 31 novillos (313 kg SD 29) a SPA2, 18 vacas (380 kg SD 44) a SSP1 y 23 novillos (315 kg SD 27) a SSP2.

#### d) Observaciones

Las observaciones visuales del grupo de animales se llevaron a cabo durante el mes de enero de 2017 a las 12:00 pm. Los animales se clasificaron como con presencia de jadeo si al menos un animal respiraba rápidamente por la boca (adaptado de los puntajes de jadeo propuestos por Davis y Mader (2003).

#### e) Análisis estadístico

Para cada punto de muestreo se calculó el ITH utilizando la ecuación propuesta por Thorn (1959)  $ITH = 0,81 T + RH (T - 14,4) + 46,4$ . El valor de ITH para cada punto y de cada sensor se comparó con el valor de ITH correspondiente registrado por el otro sensor del par.

La prueba *t* pareada se utilizó para comparar las diferencias entre los valores de ITH en ambos pares de sensores.

Si la frecuencia de animales jadeando es diferente entre los grupos en alguno de los días de observación, se aplicó un Modelo Lineal General (GLM) de la familia Binomial, con la proporción de animales jadeando por grupo como variable de respuesta y potrero, día de observación e ITH como variables factor. Las diferencias se consideraron significativas en  $p < 0,05$ . Los datos fueron procesados y analizados con *Stata 15 (Stata Corp)*.

### III. RESULTADOS

La Figura 30 muestra valores de ITH al mediodía durante enero de 2017 para SSP1 y SPA1.

La Figura 31 muestra valores de ITH al mediodía durante enero de 2017 para SSP2 / SPA2.

Las medias y los errores estándar de los valores de ITH de ambos ensayos se encontraron en las zonas de alerta (75-78) y peligro (79 -83) respectivamente, siendo las diferencias entre ambos ensayos estadísticamente significativas ( $p < 0,0001$ ) como se aprecia seguidamente:

SPA1  $76.2 \pm 0.74$  y SSP1  $80.1 \pm 0.84$

SPA2  $76.2 \pm 0.70$  y SSP2  $79.9 \pm 0.80$

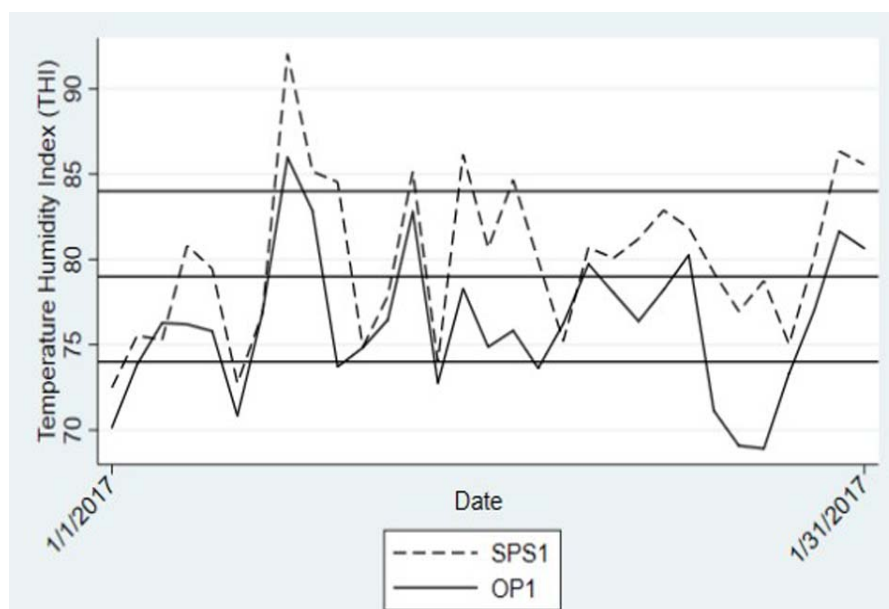


Figura 30. Valores de ITH al mediodía enero de 2017 potreros\_SSP1\_SPA1.

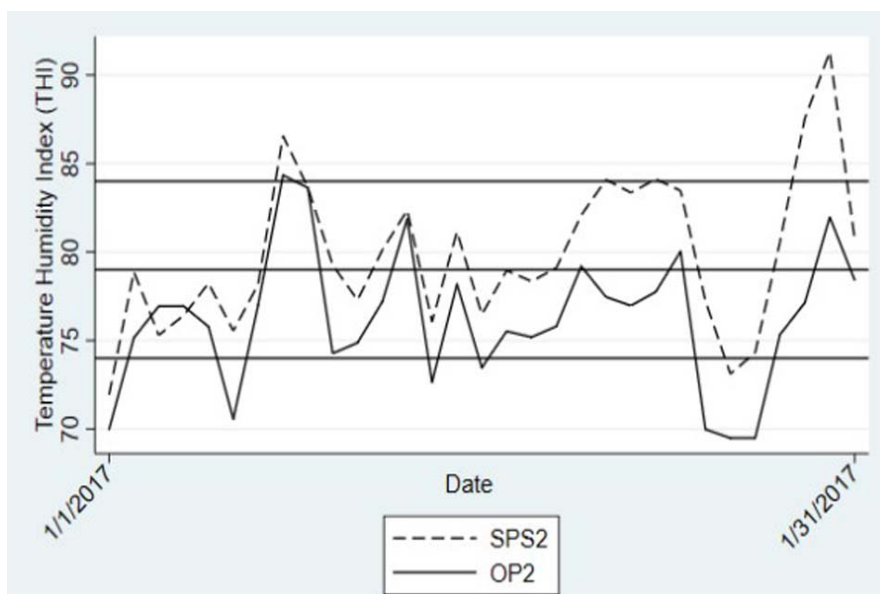


Figura 31. Valores de ITH al mediodía enero de 2017 potreros\_SSP2\_SPA2.

Con relación a las observaciones de los animales, no se registraron animales con frecuencia respiratoria aumentada ni signos de jadeo durante el período de observación.

#### IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Si bien los valores de ITH superaron los niveles de alerta y peligro tanto para SPA como para SSP y aquellos para SSP fueron más elevados, no se apreciaron signos de jadeo en ninguno de los animales observados. Este hecho puede sugerir que la medida de ITH, muy utilizada para ganado lechero, puede no ajustarse con la experiencia térmica real del animal.

Gomes da Silva *et al.* (2014) compararon la correlación entre cinco indicadores ambientales de estrés por calor con temperatura rectal y FR en vacas lecheras, y concluyó que el ITH no sería el mejor indicador que se correlaciona con la respuesta del animal cuando se evalúa para altas temperaturas.

El índice de temperatura equivalente (ITE) y el índice de carga de calor (ICC) mostraron una correlación positiva con la respuesta del animal. Tanto ITE como ICC, consideran no solo la temperatura del aire y la humedad relativa, sino también la velocidad del viento en la primera y la radiación solar en la segunda. El trabajo previo de Davis y

Mader (2003) concluyó que la radiación solar y la velocidad del viento deberían considerarse al trabajar con el ITH. Un aumento de 1,6 km/h en la velocidad del viento o un aumento del 10% en la cobertura de nubes debería reflejarse en una disminución de una unidad en los valores de ITH (Mader *et al.*, 2006), aunque seguramente la velocidad del viento no es la misma en campo abierto que en el área forestada.

Por lo tanto, el ITH debería complementarse con otras medidas ambientales para reflejar mejor el estrés térmico en el ganado europeo en SSP en climas subtropicales a templados.

#### REFERENCIAS

- Barragán** W, Mahecha L, Cajas-Girón Y. 2015 Variables fisiológicas-metabólicas de estrés calórico en vacas bajo silvopastoreo y pradera sin árboles. *Agronomía Mesoamericana* 26:211-223
- Beatty** D, Barnes A, Pethick DW, Taylor E, Dunshea F R 2004. *Bos indicus* cattle can maintain feed intake and fat reserves in response to heat stress better than *Bos taurus* cattle. *J Anim Feed Sci* 13 (1)619–622
- Broom** DM, Galindo FA, Murgueitio E. 2013 Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280:2013-2025



- Davis S & Mader T** 2003. Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. *Nebraska Beef Report* 49-51.
- Gaughan J B, Holt S M, Hahn G L, Mader T L and Eigenberg R.** 2000 Respiration Rate – Is It a Good Measure of Heat Stress in Cattle? *Asian-Aus J Anim Sci* 13: 329-332
- Gomes da Silva R, Morais D, Guilhermino M.** 2007 Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 1192-1198
- Huertas SM, PE Bobadilla, Bueno HJ, Cesar D, Piaggio JM and Gil AD.** 2018 Environmental Conditions in a Temperate Weather Silvopastoral System vs. Natural Grassland and their Impact on Animal Beef Production. *Biomed J Sci &Tech Res* 3(2)- 2018. BJSTR.MS.ID.000885. DOI: 10.26717/BJSTR.2018.03.000885
- Mader TL, Davis M S and Brown-Brandl T.** 2006 Environmental Factors Influencing Heat Stress in Feedlot Cattle. *J Anim Sci* 84:712–719
- Mancera K, Zarza H, López de Buen L, Carrasco García A, Montiel Palacios F and Galindo F.** 2018 Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. *Agronomy for Sustainable Development* pp 38:19 <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0497-3>
- Murgueitio E, Calle Z, Uribe F, Calle A, Solorio B.** 2011 Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261:1654-1663
- Navas Panadero A.** 2010 Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria* 19:113-122
- Rovira P & Velazco J.** The effect of artificial or natural shade on respiration rate, behaviour and performance of grazing steers. 2010 *New Zealand Journal of Agricultural Research*
- Thorn E.** 1959 The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59.

## 8. REFLEXIONES FINALES\*

Las siguientes reflexiones se desprenden de la revisión bibliográfica y de los resultados del trabajo desarrollado en estos años.

Los SSP en Uruguay, han mostrado ser una alternativa viable para el ganadero tradicional que desee mantener el rubro de su predio, pero a su vez diversificar su producción. Desde la perspectiva productivo-económica, la literatura deja en claro que la implementación de estos sistemas no implica un deterioro en la capacidad productiva del ganadero, siempre y cuando la integración de la forestación en el predio esté desde su génesis concebida para integrarse al sistema ganadero. Ya que permite que el ganadero mantenga el influjo monetario producto de su actividad ganadera en el corto y mediano plazo, pero con los ingresos adicionales del largo plazo que produce la venta de la madera. Teniendo beneficios adicionales como un mayor grado de independencia respecto a los vaivenes económicos de un solo rubro.

Desde el punto de los animales, este sistema no ha mostrado ser inferior respecto a las condiciones de productividad, bienestar animal y sanidad si se lo compara con la ganadería tradicional del país. Incluso desde el punto de vista del bienestar animal y el comportamiento de los bovinos, la integración de la ganadería y la forestación expone al animal a un ambiente más rico en el que surgen combinaciones de uso del espacio y conductuales que no son de común ocurrencia en un sistema exclusivamente de pastura abierta.

Por lo que consideramos que los SSP representan una alternativa interesante a la producción ganadera tradicional.

Y que, si se combina la implementación de estos sistemas con la generación de información científica de calidad, podremos realizar los ajustes necesarios a las condiciones locales que redunden en beneficio del sistema pecuario.

---

\*Extraído de Tesis de Maestría en Producción Animal del Lic. Pablo Bobadilla.

# 9. FOLLETO INFORMATIVO

Recuerde al trabajar con los bovinos algunas pautas básicas de su comportamiento:

El bovino es un animal de manada, por lo que sugiera manejarlos en grupos.

Es de presa, no de ataque se alejará de los depredadores, utilice esto para dirigirlos en la dirección deseada.

Evite el uso de palos, picanas y ruidos excesivos.

Asegurese que los animales tengan libre acceso al agua.



En el Proyecto INIA FPTA-311 se trabajó durante el período 2014-2017 en predios ganaderos-forestales del sureste y centro del Uruguay. En estos predios se evaluaron los componentes animal, forestal, pastoril y ambiental. Las consideraciones mencionadas en la presente cartilla son producto de los resultados obtenidos durante el período de estudio.



Instituciones que apoyaron:



## Manejo de animales en sistemas silvopastoriles.



### Estándares de Bienestar Animal

- Libres de hambre y sed.
- Libres de malestar físico y térmico.
- Libres de enfermedades y lesiones.
- Libres de poder expresar un patrón de conducta normal.
- Libres de miedos y angustias.



Dra. Stella Huertas - Lic. Pablo E. Bobadilla - Ing. Agr. Hernán Bueno

Este folleto fue desarrollado el marco del proyecto INIA-FPTA 311: "Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos silvopastoriles y forestales existentes en el país y su relación con la producción de bovinos de carne."

Figura 32. Cara externa del folleto informativo.

**Los Sistemas Silvopastoriles (SSPS): Son aquellos que combinan la producción forestal con la producción animal.**

Las plantaciones forestales con *Eucalyptus* spp no interfieren con el desempeño productivo ganadero.

Un marco de plantación adecuado permite el crecimiento de la pastura de manera de poder integrar la ganadería y la forestación.

El diseño silvopastoril ( dos filas separadas por callejones de 7 o mas metros) demostró ser eficiente desde el punto de vista del volúmen total de madera.

En condiciones de manejo equivalentes ciertas categorías en SSPS presentan ganancias similares a los animales en campo a pesar de la menor superficie de efectiva de pastoreo.

Desde el punto de vista sanitario y del bienestar animal no se encuentran diferencias entre animales en SSPS y campo natural.

Los SSP actúan como protección frente a radiaciones solares y vientos, siendo la forestación el lugar preferido de los animales para pastorear durante las horas de mas calor, ademas de proveer abrigo en situaciones climaticas adversos.

Las pasturas en SSPS constituyen un alimento palatable para el ganado vacuno europeo debido a la composición de especies productivas y los altos contenidos de Proteína Cruda.

La presencia de animales en la forestación contribuye a mantenerla limpia disminuyendo los riesgos de incendio.

El SP tiene un beneficio potencial en la cría de ganado, con ventajas: productivas, sostenibles y económicas.

La obtención de madera es un plus para los productores ganaderos que incorporen la forestación. Permitiendo diversificar los negocios, logrando rendimientos más estables a largo plazo.






Figura 33. Cara interna del folleto informativo.



**INIA Dirección Nacional**  
Andes 1365, P. 12  
Montevideo  
Tel.: 598 2902 0550  
Fax: 598 2902 3633  
[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)

**INIA La Estanzuela**  
Ruta 50, Km 11  
Colonia  
Tel.: 598 4574 8000  
Fax: 598 4574 8012  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)

**INIA Las Brujas**  
Ruta 48, Km 10  
Canelones  
Tel.: 598 2367 7641  
Fax: 598 2367 7609  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)

**INIA Salto Grande**  
Camino al Terrible  
Salto  
Tel.: 598 4733 5156  
Fax: 598 4732 9624  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)

**INIA Tacuarembó**  
Ruta 5, Km 386  
Tacuarembó  
Tel.: 598 4632 2407  
Fax: 598 4632 3969  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)

**INIA Treinta y Tres**  
Ruta 8, Km 281  
Treinta y Tres  
Tel.: 598 4452 2023  
Fax: 598 4452 5701  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

[www.inia.uy](http://www.inia.uy)