



ISSN: 1688-9266

INSTITUTO  
NACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA

URUGUAY



# PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CARNE EN PASTURAS REGADAS CON PIVOT CENTRAL



Marzo, 2017

SERIE  
TÉCNICA

# 231

INIA



# PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CARNE EN PASTURAS REGADAS CON PIVOT CENTRAL

Editores técnicos: Daniel Formoso\*  
Claudio García\*\*

---

\* Ing. Agr., MSc. Asesor Privado, ex-técnico del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL)

\*\* Ing. Agr., (Dr.), Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental, INIA Las Brujas

**Título: PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CARNE EN PASTURAS REGADAS CON PIVOT  
CENTRAL**

**Editores técnicos: Daniel Formoso  
Claudio García**

Serie Técnica N° 231

© 2017, INIA

ISBN 978-9974-38-374-6

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., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente

D.M.T.V., PhD. José Luis Repetto - Vicepresidente



Ing. Agr., MSc., Diego Payssé Salgado

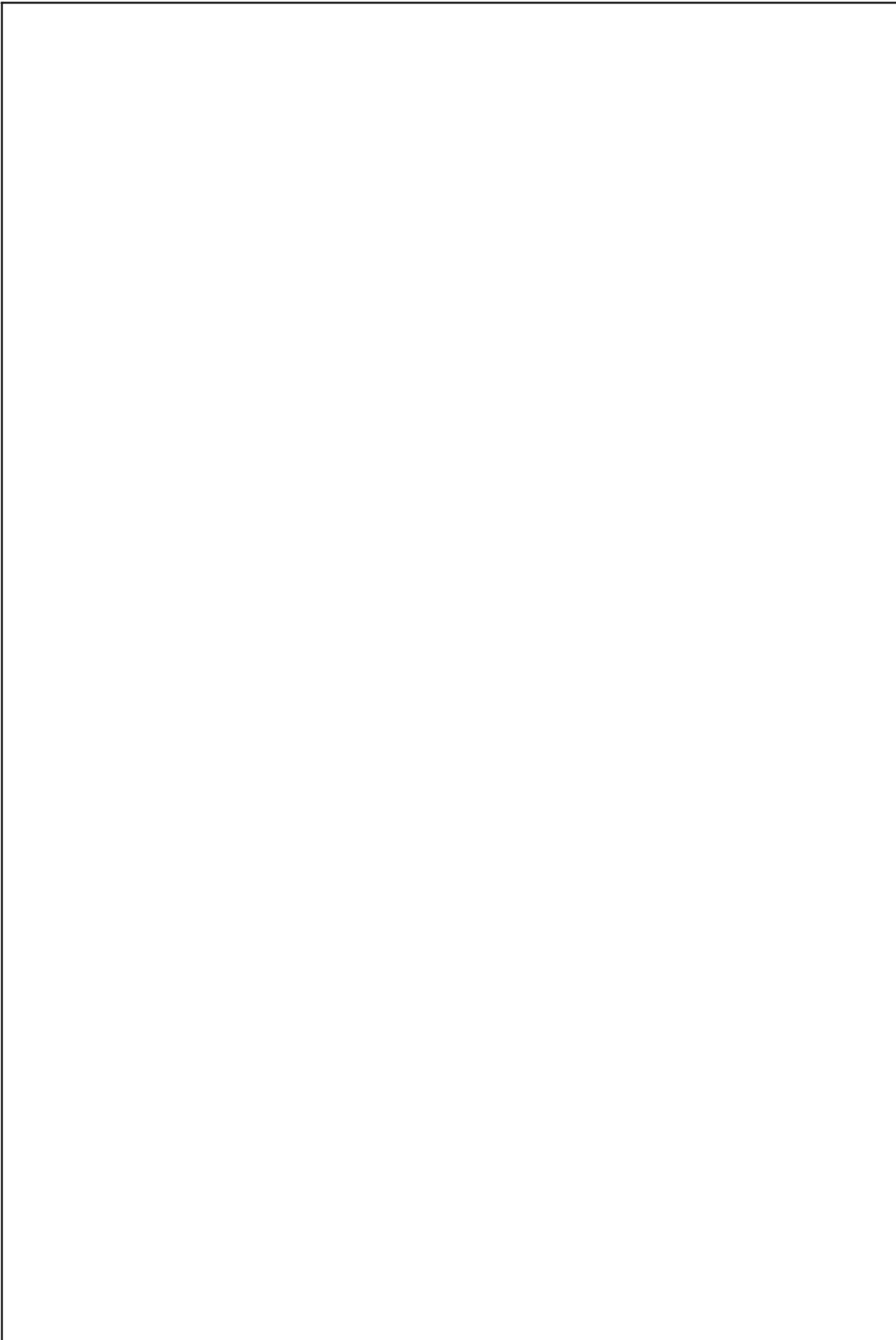
Ing. Agr. Jorge Peñagaricano



Ing. Agr. Pablo Gorriti

Ing. Agr. Alberto Bozzo





# CONTENIDO

	Página
<b>I. ¿CUÁN ESTABLES SON LAS PASTURAS BAJO RIEGO? .....</b>	<b>1</b>
I.1. INTRODUCCIÓN. ....	1
I.2. PREPARACIÓN DEL ÁREA DE SIEMBRA DE LAS PASTURAS. ....	1
I.3. PASTURAS Y MÉTODO DE PASTOREO. ....	1
I.4. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA .....	2
I.5. PASTURAS DE CICLO CORTO .....	2
I.6. INTERVENCIONES ADICIONALES .....	2
I.7. COMENTARIOS SOBRE LAS PASTURAS DE CICLO CORTO .....	5
I.8. PASTURAS DE CICLO LARGO .....	5
I.9. LOTUS MAKU .....	7
I.10. COMENTARIOS SOBRE LAS PASTURAS DE CICLO LARGO .....	10
I.11. CONSIDERACIONES FINALES .....	11
I.12. LITERATURA CONSULTADA .....	11
<b>II. PASTO Y CARNE EN PASTURAS REGADAS .....</b>	<b>13</b>
II.1. INTRODUCCIÓN .....	13
II.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE .....	14
II.3. PRODUCCIÓN PRIMARIA PROMEDIO ANUAL. ¿QUÉ REGAR? .....	14
II.4. PRODUCCIÓN PRIMARIA PROMEDIO SEGÚN AÑO DE VIDA DE LA PASTURA ¿ENVEJECIMIENTO? .....	15
II.5. PRODUCCIÓN ESTACIONAL. ¿CUÁNTO PRODUCEN EN VERANO? .....	16
II.6. PRODUCCIÓN DE CARNE .....	17
II.7. PRODUCCIÓN DE CARNE, PROMEDIO, RELACIÓN OVINO/VACUNO ....	18
II.8. CARGA ANIMAL .....	18
II.9. RELACIÓN ENTRE VARIABLES (NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN) .....	18
II.10. EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DEL AGUA .....	19
II.11. DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE .....	20
II.12. ¿CUÁL ES EL POTENCIAL DEL SISTEMA BAJO RIEGO? .....	20
II.13. LITERATURA CONSULTADA .....	21
<b>III. BALANCE HÍDRICO: CONTROL Y PROGRAMACIÓN DEL RIEGO   EN PASTURAS. ....</b>	<b>23</b>
III.1. INTRODUCCIÓN. ....	23
III.2. VARIABLES AGROCLIMÁTICAS ESTUDIADAS. ....	23

	<b>Página</b>
III.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	24
III.4. SISTEMA DE RIEGO.....	26
III.5. MANEJO DEL RIEGO EN LAS PASTURAS.....	26
III.6. COMENTARIOS FINALES.....	29
III.7. LITERATURA RECOMENDADA.....	30
<b>IV. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS DE PASTURAS CON RIEGO EN CIEDAG.....</b>	<b>31</b>
IV.1. INTRODUCCIÓN.....	31
IV.2. COSTOS.....	31
a.Represa.....	31
b.Equipamiento para bombeo de Agua y Pivot.....	31
c.Costos de amortización y mantenimiento de represa y equipos.....	32
d.Mano de Obra del riego Pivo.....	32
e.Costo bombeo de agua.....	32
f. Costos de pasturas.....	32
g.Costos total de pasturas bajo riego (no incluye costos de producción animal) ...	33
h.Costos de producción ganadera.....	33
i.Costos de Materia Seca por cada mezcla de pastura.....	34
IV.3.PRODUCCIÓN.....	34
I.Producción física.....	36
II.Producción económica.....	36
IV.4.RESULTADOS ECONÓMICOS.....	36
<b>V. NOTA TÉCNICA.....</b>	<b>39</b>
V.1. MANTENIMIENTO DE LAS PRESAS (EMBALSES) DE TIERRA.....	39
V.2. LITERATURA CONSULTADA.....	40

---

## PRÓLOGO

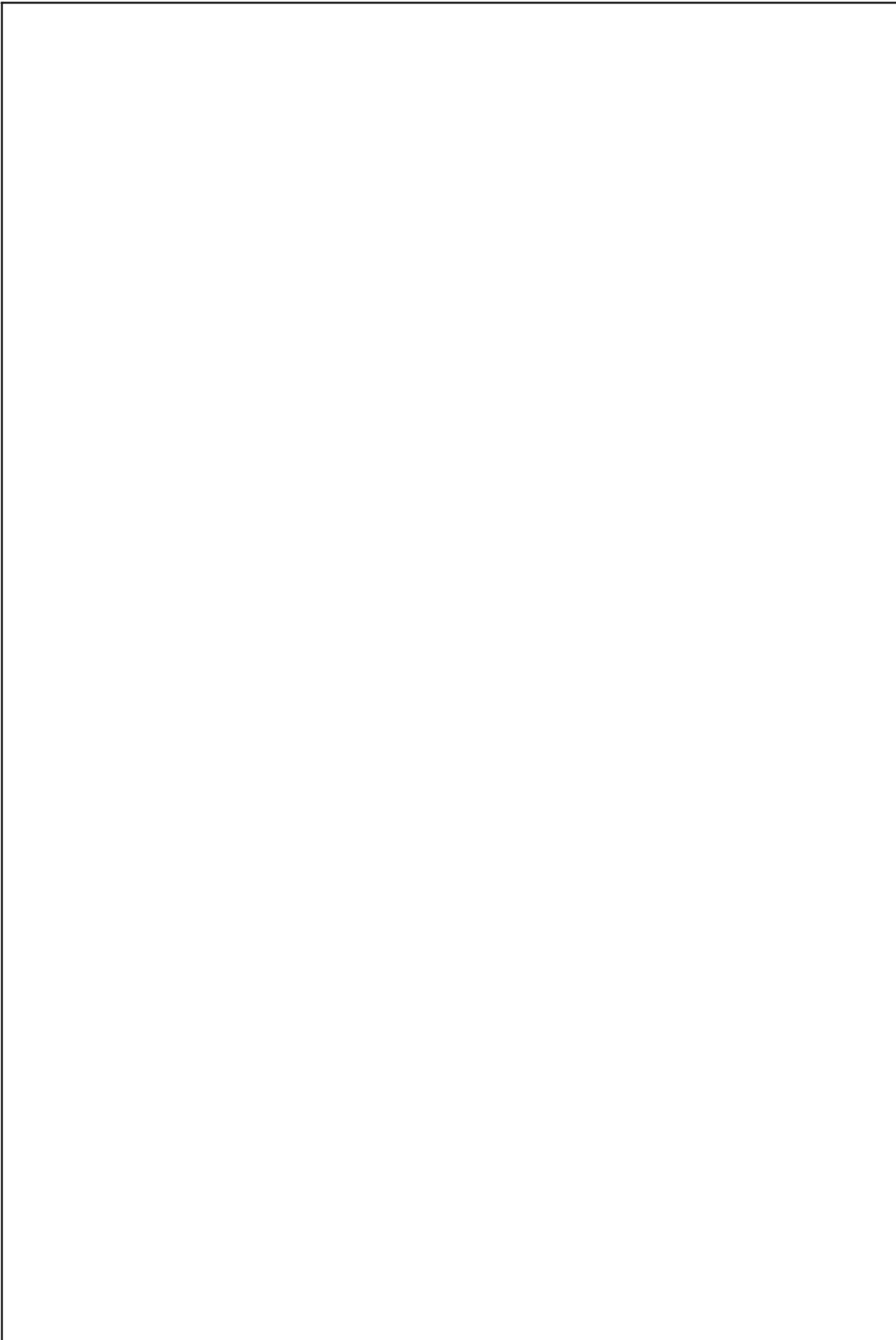
En el año 2009 la Junta Directiva del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) a través de su presidente, el Ing. Agr. Gerardo García Pintos, decide investigar el uso del riego suplementario como estrategia para producir carne ovina de calidad de manera sostenible y así promover tanto la mejora de la competitividad del rubro como el fortalecimiento de la economía de empresas agropecuarias. Es así que el 1° de diciembre de 2010 se inaugura la Represa Dr. Alberto Gallinal Heber en el Centro Experimental de SUL CIEDAG (Cerro Colorado - Florida), represa que cuenta con una capacidad de almacenaje de 132 mil metros cúbicos y un espejo de agua de 7 ha.

En las etapas iniciales del desarrollo de este proyecto las interrogantes que surgieron indicaron la necesidad de asociarse con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), organización presidida en su momento por el Ing. Agr. Enzo Benech, y con la Facultad de Agronomía (UdelaR), a través del Ing. Agr. Mario García Petillo como experto en el tema. En el año 2010, INIA y SUL iniciaron el desarrollo de esta propuesta, trabajo en conjunto que implicó ampliar objetivos, entre ellos, la incorporación en lo productivo de ganado vacuno y la incorporación de alternativas de riego (pivot central y riego por superficie).

Los resultados de esta asociación se presentan en jornadas anuales de divulgación en el Campo Experimental de SUL CIEDAG desde el año 2010 y es a través de esta Serie Técnica que se presentan los resultados de experimentación obtenidos desde ese año. Es alentador saber que este esfuerzo interinstitucional permite la optimización y un mejor aprovechamiento de los recursos y el capital humano de ambas instituciones, articulación que colabora en beneficio del productor agropecuario por plantearse objetivos a largo plazo y por contar con referentes técnicos comprometidos con la iniciativa.

Ing. Agr. Javier Otero  
Gerente Secretariado  
Uruguayo de la Lana (SUL)

Ing. Agr. (Dr.) Fernando Lattanzi  
Director Programa Pasturas  
y Forrajes (INIA)



# I. ¿CUÁN ESTABLES SON LAS PASTURAS BAJO RIEGO?

Daniel Formoso\*

Horacio Norbis\*\*

## I.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto sobre riego suplementario en pasturas que las instituciones INIA y SUL vienen desarrollando de manera conjunta en el Centro de Investigación y Experimentación "Dr. Alejandro Gallinal", CIEDAG (33°52'S, 55°34'O, localidad Cerro Colorado, departamento Florida) tiene como objetivo obtener información de la producción primaria, sin limitantes hídricas, que pueda ser transformada en producción secundaria rentable para los sistemas ganaderos.

La producción secundaria está representada por la producción de carne o ganancia de peso, tanto de bovinos como de ovinos, a los que se agrega la producción de lana.

La cosecha de la producción primaria se realiza mediante pastoreo directo o reservas.

Las pasturas que se utilizan para tal fin son verdes (invernales o estivales), pasturas de ciclo corto y pasturas de ciclo largo.

Las pasturas de ciclo corto son bienales, realizadas con materiales de calidad, rápido crecimiento y senescencia. El manejo aplicado está orientado a maximizar la eficiencia de cosecha.

Las pasturas de ciclo largo son perennes, en general mezcla de gramíneas y leguminosas, de crecimiento inicial lento. El manejo aplicado está orientado a mantener el balance entre las especies para asegurar la persistencia.

Este trabajo describe y explica las acciones ejecutadas durante el proceso de instalación, manejo agronómico y pastoreo de mezclas forrajeras correspondientes a dos sistemas de riego por aspersión (pivot e irripod) evaluados en el CIEDAG.

\* Ing. Agr., MSc. Asesor Privado, ex-técnico del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL).

\*\* Ing. Agr., Asesor Privado, ex-técnico del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL).

## I.2. PREPARACIÓN DEL ÁREA DE SIEMBRA DE LAS PASTURAS

El área destinada a las pasturas fue un campo natural que se quemó con glifosato y se le sembró soja en 2009 para limpieza del terreno. En una época de auge del cultivo, no fue sencillo conseguir quien sembrara y cosechara dada la extensión de la chacra, por lo que ambas operaciones tuvieron algún retraso.

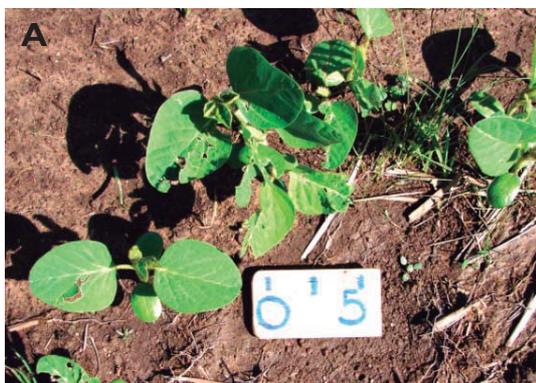
Si bien el desarrollo de la soja fue el esperado, no estuvo exento de un ataque de palomas que se resolvió con cebo tóxico (Fotos 1A y 1B).

## I.3. PASTURAS Y MÉTODO DE PASTOREO

En la primavera (setiembre) de 2010 se sembraron cinco pasturas, dos de ciclo corto (achicoria INIA Lacerta + trébol rojo E116 y raigrás banquet II + trébol rojo E116) y tres de ciclo largo (festuca rizomat + trébol blanco zapicán; festuca rizomat + lotus Maku y lotus Maku, este último como un cultivo; de acuerdo a lo descrito por Formoso y Norbis, 2014).

La cosecha del forraje se realizó mediante pastoreo directo y el objetivo principal fue la obtención del producto cordero pesado tipo SUL. Los bovinos ingresaban como acondicionadores de la pastura, aunque su desempeño productivo era también evaluado.

Al inicio de cada ciclo de internada se estimaba la cantidad de corderos según el estado de la pastura regada (cantidad de forraje disponible, crecimiento, eficiencia de cosecha), los que permanecían en las mismas hasta alcanzar los requisitos de cordero pesado. El método de pasto-



**Fotos 1A y B.** Daño efectuado por palomas (izquierda) en hojas y cotiledones y vista general del rastrojo luego de cosechada la soja (derecha).

reo utilizado fue diferido en tres parcelas al comienzo de las evaluaciones y luego sustituido por "pastoreo continuo" (Allen et al., 2011) con la finalidad de maximizar la selectividad y preferencia de los corderos y reducir el periodo de invernada.

En las pasturas donde fue necesario el ingreso de bovinos coincidiendo con el pastoreo de los corderos (las que incluían festuca en la mezcla, por ejemplo), el método de pastoreo fue diferido para los primeros y continuo para los segundos, utilizando un hilo eléctrico para la separación en subparcelas a una altura que no interfiriera con el libre tránsito de los ovinos.

En los periodos de menor crecimiento (por ejemplo invierno) y para mantener al grupo de corderos asignado a la pastura, se realizó pastoreo horario, lo que permitió conservar las especies sembradas evitando sobrepastoreos. En algunas ocasiones se necesitó reducir la carga trasladando animales a otra pastura en mejores condiciones, manteniendo los registros productivos protocolares.

#### I.4. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En este apartado se describen los cambios florísticos ocurridos entre 2010 y 2014. Como complemento se sugiere la publicación de Formoso y Norbis (2014).

#### I.5. PASTURAS DE CICLO CORTO

A partir de la siembra de setiembre de 2010 y hasta 2012, las pasturas mantuvieron las especies sembradas con buen suceso productivo, siendo intensamente pastoreadas con corderos (Fotos 2 A a I).

A partir de 2012, ambas pasturas comenzaron a ser colonizadas por raigrás criollo principalmente y otras especies campestres como setaria (*Setaria geniculata* Beauv.). Este proceso se acentuó en 2013, donde la invasión de raigrás y campestres asociadas incrementó la fragmentación del tapiz sembrado, con pérdida de individuos y se favoreció el comienzo de la colonización por *Conyza* sp. en los límites de las pasturas donde se había aplicado herbicida para mantener activo el alambrado eléctrico.

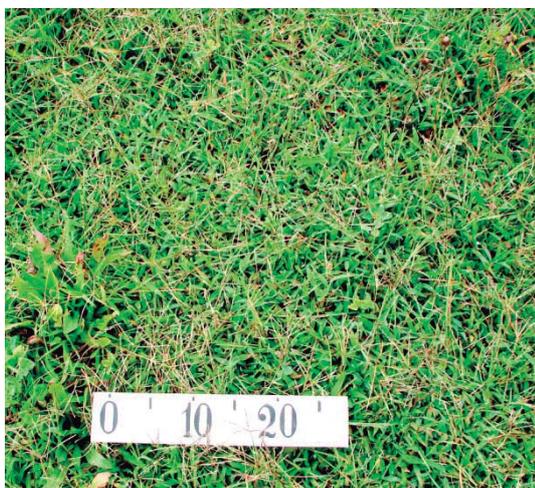
#### I.6. INTERVENCIONES ADICIONALES

En el período de establecimiento de la pastura de achicoria + trébol rojo (enero-febrero 2011), mientras ambas especies estaban poblando las líneas de siembra, se registró una invasión de pasto blanco (*Digitaria sanguinalis* L.) (Fotos 3 A y B).

Si bien la invasión ocupó casi un tercio de la parcela, se decidió esperar la muerte de esta gramínea en invierno y la competencia de las especies sembradas sobre el banco de semillas. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios porque re-



**Fotos 2 A-I.** Parcela de achicoria + trébol rojo y raigrás + trébol rojo al mes de siembra. Ambas pasturas en la primavera de 2011. Primavera de 2012 donde comienza el retroceso y sustitución de las especies sembradas, acentuándose el dominio de campestres foráneas hacia finales de 2013. (Fotos: D. Formoso.)



4

**Fotos 3 A y B.** Invasión de pasto blanco en verano 2010-2011. (Fotos: D. Formoso.)

cién en 2014 se observó un manchoneo de colonias de pasto blanco por la disminución y fragmentación de la cobertura de achicoria principalmente. Por otra parte, también hubo control de la gramínea por pastoreo de ovinos al ser apetecida en estado vegetativo.

En el ciclo productivo de estas pasturas se distingue la decisión de controlar la floración de la achicoria con pastoreo bovino, lo que se realizó en verano de 2011, mediante subdivisiones de la parcela para regular la presión de pastoreo en las subparcelas (Fotos 4 A y B).

**Fotos 4 A y B.** Achicoria florecida y bovinos a la salida de un rastrojo ingresando a una subparcela para control de tallos florales. (Fotos: D. Formoso.)

Si bien los bovinos consumieron los tallos florales, también lo hicieron con el rebrote basal y la leguminosa remanente del pastoreo ovino, por lo que se decidió controlar las sucesivas floraciones mediante pasaje de rotativa, simplificando el manejo.

En la pastura de raigrás + trébol rojo, el agresivo crecimiento de este último en otoño de 2011 generó un ambiente propicio para la aparición de roya en el raigrás, la que fue controlada mediante pastoreo ovino (Fotos 5 A y B).



**Fotos 5 A y B.** Crecimiento exuberante del trébol rojo y raigrás con roya. (Fotos: D. Formoso.)

**I.7. COMENTARIOS SOBRE LAS PASTURAS DE CICLO CORTO**

Los resultados obtenidos desde la instalación (2010) hasta comienzos del 2014, muestran que las pasturas de ciclo corto son muy apropiadas para el pastoreo de corderos al no requerir un manejo agronómico más complejo que un correcto ajuste de carga. El carácter perentorio de estos materiales simplifica la toma de decisiones.

**I.8. PASTURAS DE CICLO LARGO**

La instalación de las mezclas con festuca en una estación no aconsejada para la siembra de esta especie (Carámbula, 1977; Formoso, 2010), sólo fue posible con la aplicación del riego (Fotos 6 A-F) porque la seca del verano 2010-2011 hizo desaparecer muchas praderas en predios cercanos al CIEDAG que estaban en plena producción, forzando a los productores a restablecer la cadena forrajera con verdeos de avena y raigrás.



**Fotos 6 A-F.** Estado de las parcelas de festuca + lotus Maku y festuca + trébol blanco a un mes de la siembra. Desarrollo de las forrajeras a dos meses de sembradas y efecto de la seca sobre la festuca notándose el contraste entre hojas marchitas y plegadas con hojas turgentes y vigorosas. (Fotos: D. Formoso).



Luego de superada la seca, y para garantizar su productividad futura, el lotus Maku debía permanecer sin pastoreo durante el otoño mientras formaba sus órganos de reserva y sobrevivencia (rizomas) (Bermúdez et al., 2000). Esto no ocurrió en la mezcla con festuca la que fue pastoreada con corderos en dicha estación produciéndose un impacto en el establecimiento de la leguminosa siendo necesario restringir el pastoreo ovino por casi un año para recuperar la población (Fotos 7 A y B).

En las siguientes primaveras (2012 y 2013), se eliminó con rotativa en ambas mezclas la floración de la festuca para que la planta continuara produciendo hojas y no



**Fotos 7 A y B.** Pastoreo otoñal de lotus Maku con ovinos durante su instalación. La leguminosa se encuentra intensamente defoliada, mientras que la festuca sólo presenta un despunte de las macollas (A). Recuperación de la población de lotus Maku entre las macollas de festuca despuntadas por el pastoreo bovino en invierno (B). (Fotos: D. Formoso.)



**Fotos 8 A y B.** Corte de cañas florales de festuca. Nótese la diferencia entre una parcela cortada (corderos) y una sin cortar (pivot). (Fotos: D.Formoso.)

derivara recursos hacia las inflorescencias, al no estar establecida la cosecha de semilla como alternativa productiva (Fotos 8 A y B).

Para que el corte fuera eficiente se esperaba la mayor densidad posible de cañas florales, lo que dejaba un rastrojo algo incómodo para el pastoreo, sobre todo bovino.

La aplicación de este manejo se decidió después de la floración de 2011 por el volumen de fibra que se acumulaba ejerciendo competencia sobre las especies rastreras como trébol blanco y lotus Maku siendo difícil de remover con pastoreo (Foto 9).

El trébol blanco desapareció de la parcela en 2013 luego de soportar altas dotaciones asignadas al comienzo del ciclo de invernadas, así como "auxiliar" otras pasturas que quedaron transitoriamente sin forraje durante el invierno por exceso de carga (Fotos 10 A-C)



**Foto 9.** Primera floración de festuca en la parcela asociada con trébol blanco

## I.9. LOTUS MAKU

En la siembra de lotus Maku como cultivo se observaron los requisitos fisiológicos de la especie evitando el pastoreo en el otoño para permitir una correcta instalación de la leguminosa. El resultado obtenido fue la oferta de forraje temprano en la primavera de 2011 (Fotos 11 A-D).

Si bien la leguminosa es muy apropiada para el pastoreo ovino, ciertos inconvenientes comienzan a presentarse cuando no se incluyen otros manejos, además de la observancia del reposo otoñal. Por ejemplo, la acumulación de estolones lignificados como residuo de la selectividad ovina (Fotos 12 A y B).

Además de la situación precedente, también aparece una especie indicadora de una de las comunidades de Cristalino, el espartillo (*Nasella charruana* Arechav.) como un componente esperable del proceso de sucesión secundaria (Foto 13). Esta gramínea inercial, considerada un pasto duro por tener un alto contenido en fibra, es rechazada por los ovinos y más por corderos en engorde.

La aparición de anuales invernales (raigrás criollo, *Lolium* sp.; *Poa annua* L.; *Briza minor* L. o *Gaudinia fragilis* (L.) Beauv.), es otro proceso previsible en este tipo de pasturas. En este caso fue la gaudinia, gramínea muy común en el sur del país y especialmente en Cristalino, que



**Fotos 10 A-C.** Verano de 2011, dominancia de trébol blanco sobre la festuca. La población de trébol blanco durante el verano de 2011 fue dominante porque la festuca todavía no había adquirido suficiente desarrollo como muestra el crecimiento de la leguminosa en la jaula luego del corte de homogeneización (ver G. Cardozo y J.P. Marchelli, en esta publicación). El crecimiento del trébol en la jaula con el control de la festuca se continuó en otoño de 2012, aunque fuera de la misma el balance entre especies comenzó a cambiar por los motivos enunciados. Los efectos del pastoreo se exhiben en el disponible y remanente de las subparcelas (Fotos: D. Formoso.)



**Fotos 11 A-D.** Estado de la leguminosa cercano al mes de siembra y en verano. Etapa de reposo (otoño e invierno) para una correcta instalación. Pastoreo con altas cargas en primavera temprana. (Fotos: D. Formoso.)

cer en el sistema ganadero con riego incorporado.

Como corolario del proceso descrito, puede observarse la influencia que tuvieron las

decisiones de manejo en la producción secundaria (Figura 1), donde se agotaron las pasturas de ciclo corto, desapareció el trébol blanco, hubo que recuperar el lotus Maku



**Fotos 12 A y B.** Los ovinos pastorean defoliando los estolones que se acumulan sobre el terreno en sucesivas capas de desperdicios. Esta situación compite con el rebrote de la leguminosa y promueve la invasión de gramilla (*Cynodon dactylon* L.). (Fotos: D. Formoso.)



**Foto 13.** Invasión de espartillo al cultivo de lotus Maku. La invasión del espartillo en las parcelas de lotus Maku fue favorecida por el nitrógeno aportado por la leguminosa y la reducción de la competencia del entorno por el pastoreo selectivo de los ovinos. El uso de rotativa puede disimular la invasión por cierto tiempo, o si se desea una solución más efectiva debe considerarse la aplicación de productos químicos con alfombra (Foto: D. Formoso).

comenzó a ocupar espacios dejados por los restos de estolones de la leguminosa. Al ser una especie de características parecidas al raigrás criollo, el control se logra con pastoreo bovino antes que comience a florecer (Fotos 14 A y B).

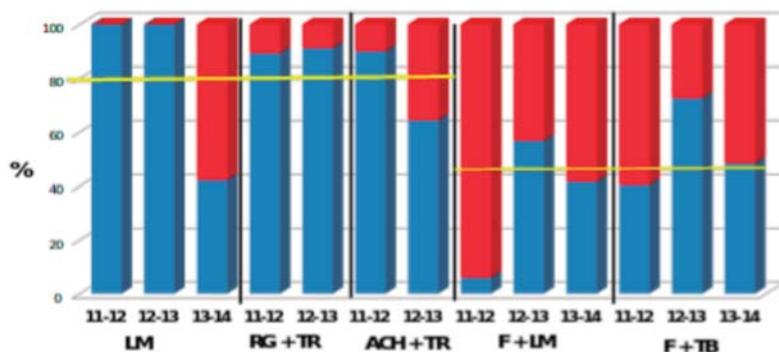
#### I.10. COMENTARIOS SOBRE LAS PASTURAS DE CICLO LARGO

En las pasturas de ciclo largo, además de un ajuste de carga ineludible, la relación entre bovinos y ovinos debe ser meticulosamente compensada porque los desbalances son siempre amplificadas por el ambiente en que ocurren.

La recría bovina y el cordero pesado serían dos productos interesantes para fortale-



**Fotos 14 A y B.** Invasión de gaudinia en el cultivo de lotus Maku y control con pastoreo de terneros. (Fotos: D. Formoso )



**Figura 1.** Proporción de "carne" ovina (azul) y bovina (rojo) producida en las distintas pasturas. LM: lotus Maku, RG+TR: raigrás + trébol rojo; ACH+TR: achicoria + trébol rojo; F+LM: festuca + lotus Maku; F+TB: festuca + trébol blanco (adaptado de G. Cardozo y J.P. Marchelli, com.pers.)

de la mezcla con festuca y pastorearlo con bovinos para intentar estabilizarlo cuando fue sembrado puro.

**I.11. CONSIDERACIONES FINALES**

El riego otorga estabilidad al garantizar la repetitividad de la curva productiva que caracteriza a cada pastura, pero aún así se continúa dependiendo de un manejo agronómico similar a cualquier pastura en seco sin el cual las ventajas del riego tienden a desaparecer o incluso tornarse onerosas.

**I.12. LITERATURA CONSULTADA**

ALLEN, V.G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E.J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M., LI, X.; MCIVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M. 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. Grass and Forage Science 66, 2-28.

BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; AYALA, W. 2000. Manejo de implantación de Lotus Makú. En D.Risso, M.M.Albicete (Eds). LOTUS MAKU: Manejo, utilización y producción de semillas (pp. 3-8). Serie Técnica 119. INIA. 67 pp.

CARÁMBULA, M. 1977. Producción y Manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur. 464 pp.

FORMOSO, F. 2010. Festuca arundinácea, manejo para producción de forraje y semillas. Serie Técnica 182, INIA. 200 pp.

FORMOSO, D.; NORBIS H. 2014. El riego de pasturas en la producción animal. En L.Giménez, L. Puppo, L. Bentancor, R. Hayashi, J. Sawchik, C. García, B. Bocking (Eds.), Riego en Cultivos y Pasturas, 3er Seminario Internacional (pp. 96-108). Montevideo, INIA. 140 pp.



## II. PASTO Y CARNE EN PASTURAS REGADAS

Gerónimo Cardozo\*  
Juan Pablo Marchelli\*\*

### II.1. INTRODUCCIÓN

En el año 2010, el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) tomó la decisión de generar información en riego de pasturas con el objetivo de obtener coeficientes técnicos evaluando la respuesta productiva de diversas especies forrajeras bajo pastoreo y sin restricciones hídricas.

Las pasturas a regar fueron instaladas el 22 de setiembre de 2010 sobre un rastrojo de soja que tuvo como objetivo limpiar el área de siembra.

Los métodos de riego evaluados fueron por aspersión (pivot e irripod) y desnivel.

La selección de especies y cultivares se realizó eligiendo los materiales con mayor información disponible utilizando los de genética nacional y/o ampliamente conocidos por los productores como forma de tener un "testigo" implícito y de gran amplitud para comparar los efectos del riego en el desarrollo de las pasturas.

A continuación se detallan las mezclas utilizadas así como la densidad y fertilización a la siembra (Cuadro 1).

Las sucesivas refertilizaciones se realizaron con las fuentes disponibles en el mercado, ajustando la dosis y fuentes en base a diferentes criterios, pero siempre buscan-

**Cuadro 1.** Especies, cultivares, densidad de siembra (kg/ha) y fertilización (kg/ha) para las distintas pasturas

Pasturas	Especies	Cultivares	Densidad de siembra	Fertilización inicial
Largas	<i>Festuca arundinacea</i>	Rizomat	18,5	12/53/0 220
	Trébol blanco	Zapican	1,5	
	<i>Festuca arundinacea</i>	Rizomat	18,5	12/53/0 220
	<i>Lotus pedunculatus</i>	Makú	2,9	
	<i>Lotus pedunculatus</i>	Makú	2,9	7/40/0 230
Cortas	Trébol rojo	Estanzuela 116	7	25/33/0 220
	Raigrás perenne	Banquet II	16	
	Trébol rojo	Estanzuela 116	7	25/33/0 220
	Achicoria	INIA Lacerta	5,8	

\* Ing. Agr., Programa Pasturas y Forrajes, INIA Treinta y Tres

\*\* Ing. Agr., Encargado técnico de CIEDAG-SUL

**Cuadro 2.** Cantidad de nutrientes incorporados a las pasturas en kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y S en el periodo 2010-2016.

Pastura	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
Lotus Maku (pívor)	16	389	30	44
Lotus Maku + Festuca	228	376	30	12
Festuca + Trébol Blanco	274	376	30	12
Raigrás + Trébol Rojo	109	211	0	0
Achicoria + Trébol Rojo	109	211	0	0

do que la nutrición no fuera factor limitante. En el periodo desde la siembra hasta el último ejercicio agrícola la cantidad de nutrientes ingresada con las sucesivas fertilizaciones se presenta en el Cuadro 2.

La producción de materia seca de las pasturas y ganancia de peso animal se presentan como ejercicio agrícola (julio-junio). En un primer periodo (2010-2014) se evaluó la productividad de las pasturas largas y cortas hasta el fin de la vida productiva.

En el ejercicio 2014-15 hubo una modificación del sistema de riego por aspersión (pivot) lo cual hizo que no se evaluara la producción animal.

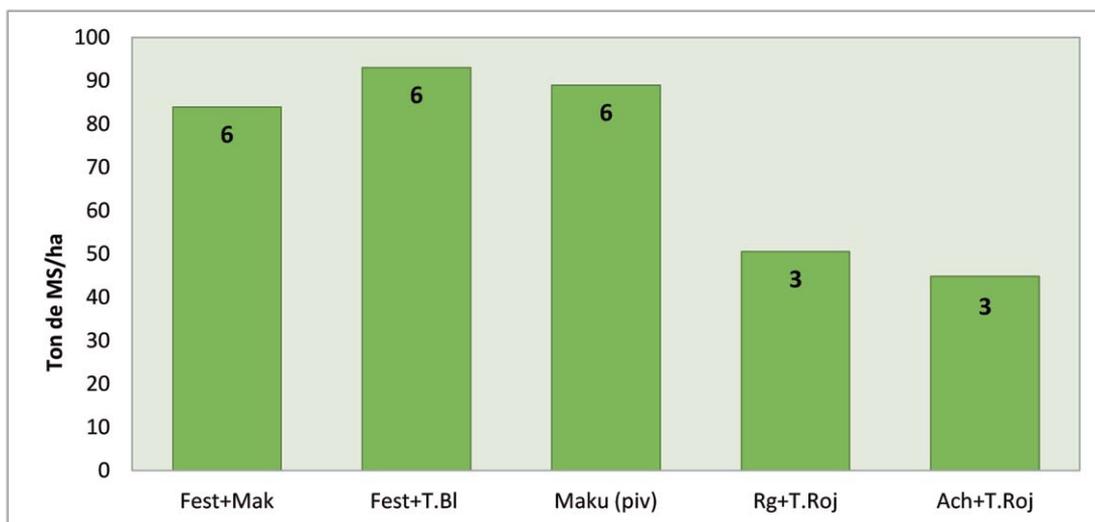
## II.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

El crecimiento de las pasturas se evaluó mediante jaulas de exclusión (dos en el pivot y una en el Irripod), colocando la jaula previa homogenización del tapiz a una altura de 1 cm y cortando una superficie dentro de la jaula de 0,50 x 0,20 m luego de 50-60 días con tijeras de esquila dejando un rastrojo de altura similar.

La estrategia de pastoreo se adecuó a la oferta de cada pastura y a la carga asignada, desde pastoreo diferido en tres parcelas por pastura hasta pastoreo continuo, priorizando en todos los casos la simplicidad de manejo.

## II.3. PRODUCCIÓN PRIMARIA, PROMEDIO ANUAL. ¿QUÉ REGAR?

La producción primaria neta aérea (PPNA) acumulada a lo largo de toda la vida productiva de las pasturas permiten observar que existen pocas diferencias entre las mezclas utilizadas (Figura 1). Para las tres pasturas



**Figura 1.** Producción de forraje por hectárea en toneladas de cada una de las pasturas  
\*Los números dentro de las barras indican los años de vida de cada pastura.

consideradas largas o permanentes, que cumplen seis años de vida, la producción acumulada promedio fue de 88400 kg MS/ha mientras que para las pasturas cortas de tres años, la producción acumulada fue de 47700 kg MS/ha.

La producción acumulada anualizada (producción en todo el periodo/años de vida) para todas las mezclas muestra de igual manera que las diferencias entre pasturas son menores, con valores entre 14.772 y 15.890 kg MS/ha para pasturas de ciclo largo y corto, respectivamente.

### II.4. PRODUCCIÓN PRIMARIA SEGÚN AÑO DE VIDA DE LA PASTURA. ¿ENVEJECIMIENTO?

La productividad de las diferentes pasturas permite observar que existen diferencias entre años, aunque se encuentren sin déficit hídrico. En las pasturas de ciclo largo el primer y segundo año presentan la productividad menor (instalación, germinación, macollaje) y mayor respectivamente, estabilizándose a partir del tercer año con un promedio de 13750 kg MS/ha promedio para los tres años siguientes (Figura 2)

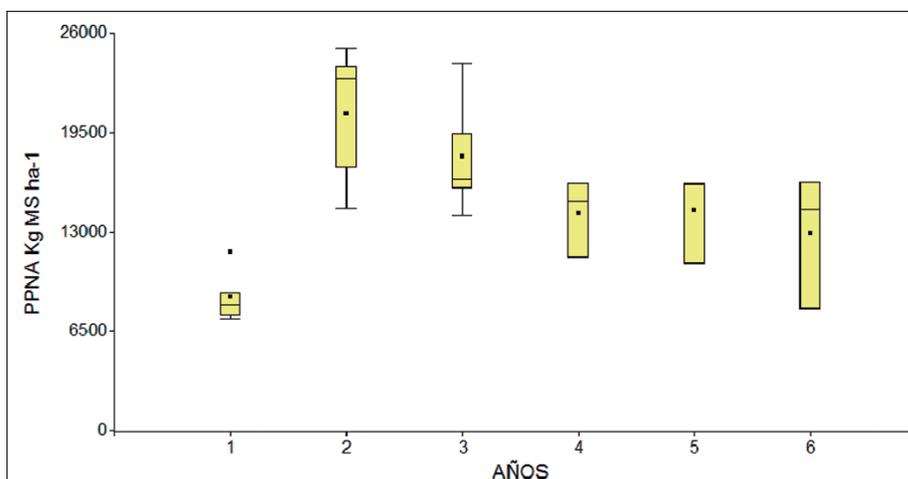


Figura 2. Producción promedio en kilogramos de materia seca por hectárea para todas las mezclas según año de vida de la pastura

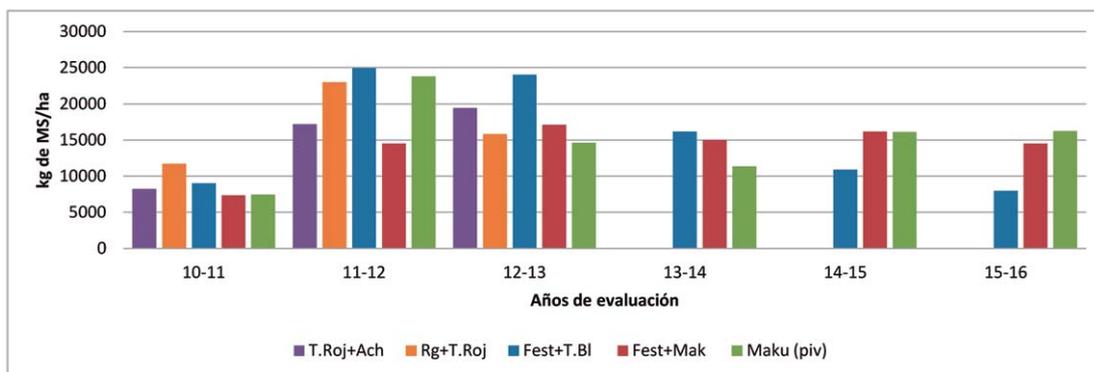


Figura 3. Producción de forraje por hectárea en kilogramos de materia seca de cada una de las pasturas para los distintos ejercicios evaluados

Cuando se analiza anualmente la producción para las distintas pasturas se observa una variabilidad interanual dentro y entre mezclas con un coeficiente de variación de

36 % y un promedio de 14821 kg MS/ha con rendimientos máximos y mínimos de 24948 y 7356 kg MS/ha (Figura 3).

Dado que no existe testigo en seco, los valores de referencia para comparar los resultados bajo riego provienen de trabajos previos y de fuentes bibliográficas. Formoso et al. (2013) para un conjunto de pasturas largas evaluadas en el CIEDAG con festuca como componente de la mezcla, reporta una producción anual promedio para cuatro años de vida de 9600 kg MS/ha, lo que implica que el riego generó un incremento de 55 % en la producción promedio.

## II.5. PRODUCCIÓN ESTACIONAL. ¿CUÁNTO PRODUCEN EN VERANO?

La producción estacional o la curva de producción de forraje de cualquier pastura es siempre un dato importante para la presupuestación forrajera y para poder combinar de la mejor forma los diferentes recursos a lo largo del año. El riego suplementario tiende a reducir la variabilidad, sobre todo en los periodos de mayor déficit hídrico, como es el verano, sin embargo el uso de especies templadas en todas las mezclas puede implicar una limitante a la producción estival por otros factores climáticos como la temperatura.

La tasa de crecimiento promedio estival es similar a la de primavera (57 vs. 56 kg MS/ha/día), con valores máximos de 150 y mínimos de 18, y un coeficiente de variación de 61 y 53 %, respectivamente. Las restantes estaciones presentaron una tasa de crecimiento promedio 40 % inferior (34 kg MS/ha/día).

Cuando se analiza la proporción de la producción estacional a lo largo de los años, más allá de las variaciones anuales y las mezclas ya mencionadas, se destaca una alta participación del verano, que representa el 29 % (12-49 %) del total. La producción estival es de suma importancia en un sistema bajo riego que utiliza especies templadas, siendo la misma muy similar en importancia al aporte en primavera de 32 % (21-54 %). Si bien el aporte en las estaciones de invierno y otoño son menores, 19 % (12-28 %) y 21 % (12-31 %) respectivamente, los mismos contribuyen a la estabilidad productiva anual (Figura 4)

Otra forma de comparar la importancia de la producción estival en relación a las demás estaciones es analizar el cociente entre la PPNA de verano y la PPNA de primavera, de esta forma se compara cada pastura contra sí misma y se evitan comparacio-

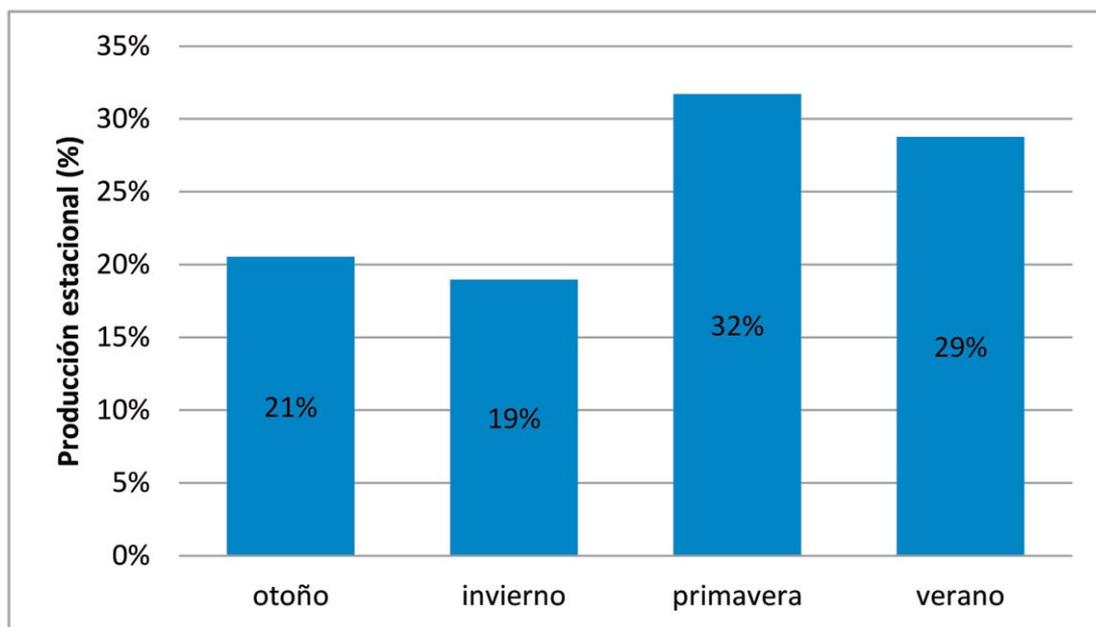


Figura 4. Producción estacional promedio para las todas las mezclas.

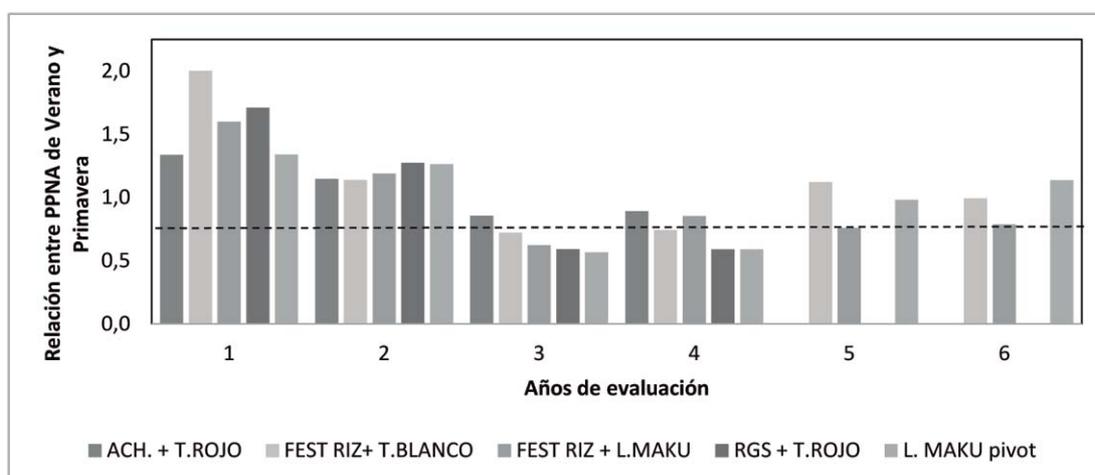


Figura 5. Relación entre la PPNA de verano y primavera para todos los años y pasturas.

nes entre pasturas que tuvieron diferentes estrategias de manejo. A lo largo de estos seis años de evaluación, de un total de 28 situaciones comparadas, esta relación varió entre un mínimo de 0,57 y un máximo de 2,0, representando la producción estival la mitad o el doble de la producción primaveral. El promedio general para todos los casos es de 1,04. En tal sentido se puede observar que la producción en la estación del año más cálido no es diferente a la producción primaveral, esto a pesar de que las especies que componen las diferentes pasturas sean tem-

pladas. En la Figura 5 se puede observar los diferentes valores de esta relación para cada pastura y año.

## II.6. PRODUCCIÓN DE CARNE

Las pasturas fueron pastoreadas principalmente con corderos hasta llegar al peso y condición de embarque como cordero pesado. Los bovinos fueron utilizados para acondicionar la pastura sobre todo en las mezclas que contenían festuca, aunque sin descuidar su desempeño productivo.

Cuadro 3. Producción de carne por hectárea (ovina y vacuna) según pastura para los distintos ejercicios evaluados

Ejercicio		Rg+T.Ro	T.Ro+Ach	Fest+T.BI	Fest+Maku	Maku (piv)
10-11 sep-jun	Ovinos	306	540	190	100	130
	Bovinos	90	30	115	100	75
	Total	396	570	305	200	205
11-12 jul-jun	Ovinos	934	521	567	50	884
	Bovinos	111	288	837	785	---
	Total	1045	809	1404	835	884
12-13 jul-jun	Ovinos	723	792	706	526	789
	Bovinos	69	87	267	400	---
	Total	792	879	973	926	789
13-14 jul-jun	Ovinos	---	---	428	409	561
	Bovinos	---	---	457	574	769
	Total	---	---	885	983	1330

Las sucesivas pesadas, tanto de corderos como de bovinos, fueron realizadas con ayuno previo desde la noche anterior.

## II.7. PRODUCCIÓN DE CARNE, PROMEDIO, RELACIÓN OVINO/VACUNO

Se excluye el ejercicio 2014-2015 debido a que las modificaciones en las parcelas y los hidrantes dificultaron el correcto uso de las pasturas y por tanto los registros en los animales (Cuadro 3).

La producción de carne total obtenida en las pasturas cortas fue de 2245 kg de peso vivo (PV) en el periodo (set10 - jun13) lo que representó un promedio por año de 816 kg PV/ha, siendo la carne ovina un 85 % del total. La producción total resultante en las pasturas de ciclo largo en el periodo (set10 - jun14) fue de 3239 kg PV con un promedio anual de 863 kg PV/ha.

La contribución de la carne ovina al total fue diferente según el tipo de pastura, siendo un 82 % para el lotus Maku cultivado y 33 % para las pasturas con base en festuca.

## II.8. CARGA ANIMAL

La carga promedio por hectárea para las pasturas cortas fue de 250 kg peso vivo (PV/ha) mientras que de las pasturas largas fue de 358 kg PV/ha (Cuadro 4).

## II.9. RELACIONES ENTRE VARIABLES (NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN)

La variabilidad observada en las producciones interanuales y entre mezclas responde a un conjunto de factores tales como el clima, la intensidad de uso y los niveles de nutrición vegetal. En tal sentido, se evaluó la relación del nitrógeno en la producción, dado que este nutriente es el que tiene mayor impacto en el crecimiento vegetal. El ingreso de nitrógeno a cada una de las pasturas evaluadas tiene básicamente dos vías, el fertilizante agregado (Fert) y la fijación biológica (FBN) en aquellas mezclas que contengan leguminosas en sus componentes.

El nitrógeno incorporado por el fertilizante corresponde a las fertilizaciones y refertilizaciones realizadas (ver Cuadro 1), mientras que para el cálculo del nitrógeno fijado biológicamente se asume un factor según especie de leguminosa y la producción de ese componente en la mezcla. Los niveles de nitrógeno ingresados anualmente por ambas formas varían entre situaciones desde casi no agregado (0 kg N) hasta 500 kg N/ha/año.

Es interesante señalar que los valores de producción superiores a 15000 kg MS/ha/año están asociados a ingresos anuales superiores a los 200 kg N/ha año<sup>-1</sup>, en este caso de un total de 14 observaciones más del 70% cumplían con esta condición. En cambio, para valores de menos de 200 kg N/ha/año, solo el 20 % de las observaciones superan

**Cuadro 4.** Carga ovina (Ov), vacuna (Vac) y total promedio expresado como número de animales y kilogramos de peso vivo para los distintos ejercicios evaluados.

Año	Fest+T.BI			Fest+Mak			Maku (piv)			T.roj+Ach			Rg+T.Ro		
	Ov	Vac	Total	Ov	Vac	Total	Ov	Vac	Total	Ov	Vac	Total	Ov	Vac	Total
11-12 cab/ha/año	17	3		1	4		20			17			20	0,7	
PVm/h/a	266	228	494	10	254	264	304		304	232		232	271		271
12-13 cab/ha/año	10	5		9	3		15			15	0,6		14,6	0,4	
PVm/h/a	147	414	561	139	254	393	215		215	215	52,9	268	202	35,3	237
13-14 cab/ha/año	12	2		11	3		15	3					9,8	1,0	
PVm/ha/año	149	148	297	147	173	319	189	192	381						

las 15000 kg MS/ha/año. En tal sentido, el N se destaca como un factor limitante de la producción cuando la pastura está potenciada por el riego.

El otro nutriente de importancia es el fósforo (P) (ver Cuadro 1). Sin embargo, a pesar de las dosis aplicadas y acumuladas en seis años de evaluación (2010-2016), los niveles de P disponible son inferiores a los niveles críticos para todas las leguminosas (10-14 ppm) (Bordoli, 1998), con valores promedio de 6 (rango entre 3-9) y 9 (rango entre 6-13) para Bray I y Ácido cítrico, respectivamente.

Sin duda los procesos de fijación del suelo, sumado a los altos niveles de producción de las pasturas regadas, suponen un constante ajuste de este nutriente para evitar situaciones deficitarias.

### II.10. EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DEL AGUA

El correcto uso de los diferentes factores de producción se hace cada vez más importante en la medida que estos son más costosos, tanto desde el punto de vista económico como energético. En los sistemas bajo riego, el correcto uso del agua es el punto central, más allá del almacenaje, conduc-

ción, aplicación y distribución del agua en las parcelas.

La eficiencia de utilización del agua (kg MS producida por mm recibidos por riego más precipitaciones) es un indicador del correcto uso del recurso. Para el conjunto de pasturas y mezclas evaluadas en este trabajo, se observó un rango de eficiencia del agua entre 6 y 19 kg MS/mm, con un promedio de 11 kg MS/mm. Estos valores son muy similares a los citados por otros autores a nivel nacional (Giorello et al., 2014; Formoso F., 2007, etc.) e internacional (Qassim et al. 2008; Ates et al., 2013; Smeal et al., 2005)

La información generada en estos años sugiere que la eficiencia en el uso del agua interactúa de alguna forma con los niveles nutricionales de la pastura. Tomando como referencia el nitrógeno como macronutriente de mayor importancia, se observa que la eficiencia en el uso del agua aumenta en la medida que aumentan los kg de N ingresados al sistema. Esta tendencia observada (Figura 6) plantea la interrogante de los niveles de fertilización necesarios en condiciones de alto potencial de producción. Aunque los niveles de fertilización en términos generales se ubicaron por encima del promedio, estos podrían estar limitando en algunos casos el potencial productivo.

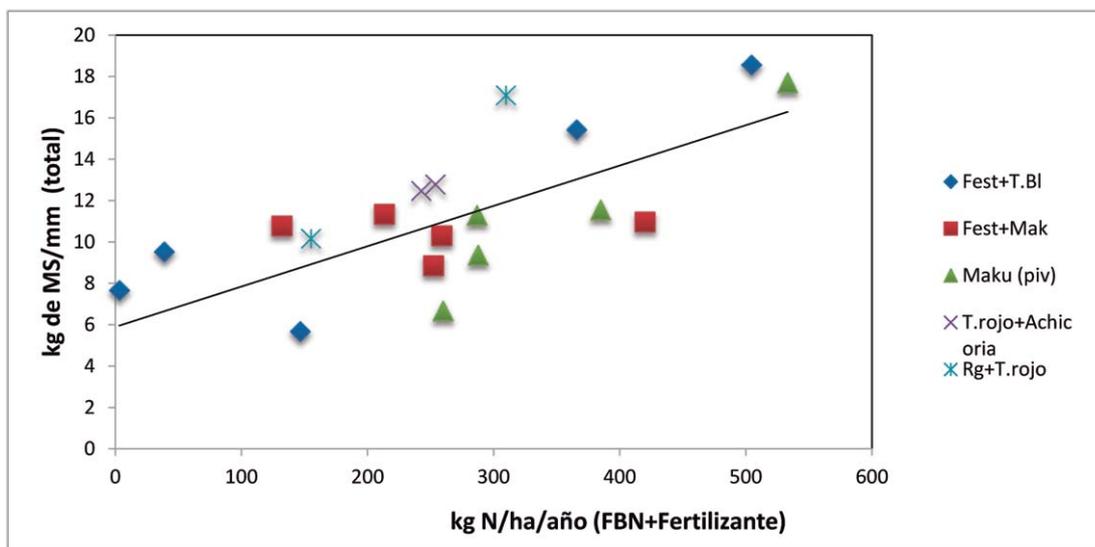


Figura 6. Eficiencia del uso del agua según N ingresado (FBN + Fertilizante)

## II.11. DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE

Los niveles de producción de carne detallados en los apartados anteriores son el resultado de una combinación de factores vinculados con los niveles productivos de la pastura y con la intensidad de uso. La misma es determinante en definir los niveles de cosecha o el porcentaje de utilización, de igual forma que la eficiencia de conversión por parte de los animales. Tanto la cantidad como la calidad de la pastura consumida están reguladas por la intensidad de uso. Dado que el consumo animal, variable clave para determinar estos indicadores no fue medido, en la eficiencia de "transformación" se incorporan ambos coeficientes, el porcentaje de cosecha y la conversión.

La eficiencia de "transformación" (Etf o kg MS producida necesarios para producir un kg de peso vivo), fue calculada para todos los años con registros. Este indicador de eficiencia permite comparar diferentes situaciones en términos de cómo es generado el producto animal. En tal sentido, la ETf promedio fue de 19,3 kg MS/ kg PV con un máximo y mínimo de 26,9 y 8,5 respectivamente.

La ETf se modificó en la medida que la producción de la pastura aumentó, lo que determina que a mayores niveles productivos sean necesarios más kg MS para producir un kg PV. También es posible visualizar cómo diferentes niveles de producción vegetal generan un mismo nivel productivo animal, por ejemplo es posible producir 1000 kg PV/ha/año, con una productividad de 15000 o 25000 kg MS/ha/año (Figura 7)

## II.12. ¿CUÁL ES EL POTENCIAL DEL SISTEMA BAJO RIEGO?

Los resultados analizados a lo largo de este capítulo permiten delinear objetivos de producción en función de potenciales realizables. Producir 1500 kg PV sobre pasturas regadas es una meta exigente pero realizable, siendo fundamental tener producciones de pastura entre 20 y 25 mil kg MS/ha/año. Por lo tanto, se debería realizar una correcta fertilización para asegurar este potencial de crecimiento y manejar el pastoreo armonizando utilización y conversión. Los resultados obtenidos permiten suponer una eficiencia de transformación en el entorno de 12-15 kg MS/kg PV, que para lograrla parece fundamental tener flexibilidad en el ajuste continuo de la presión de pastoreo.

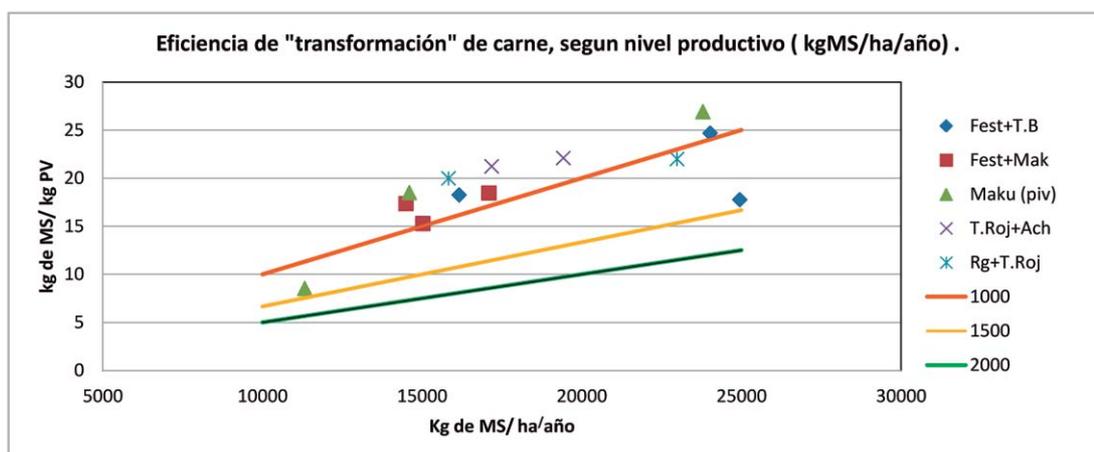


Figura 7. Eficiencia de transformación de carne según nivel productivo

**II.13. LITERATURA CONSULTADA**

- ATES S, ISIK S., KELES G., AKTAS H. A., LOUHAICHI M., NANGIA V., 2013. Evaluation of deficit irrigation for efficient sheep production from permanent sown pastures in a dry continental climate. *Agricultural Water Management* 119 (2013) 135- 143.
- BORDOLI J.M. 1998. Fertilización de pasturas con leguminosas y mezclas de gramíneas con leguminosas. In: Manejo de la Fertilidad de Suelos en Sistemas Extensivos (Cultivos y Pasturas). Est. Exp. Bañados de Medina, Cerro Largo. Pp. 71-79.
- FORMOSO, F. 2007. Producción de forraje con riego. En: Seminario de Discusión Técnica. Importancia del agua en el actual escenario agrícola. Posibilidades de aplicación de riego suplementario. Paysandú, Facultad de Agronomía, EEMAC, UdelaR.
- FORMOSO, D.; FERNÁNDEZ ABELLA, D.; BOGGIANO, P.; AQUINO, C.; CONDE, A. Efecto de la intensidad de cosecha en la producción y estabilidad de pasturas sembradas. In: Quintans, G.; Scarsi, A. (eds.). Seminario de actualización técnica: cría vacuna. Montevideo (UY): INIA, 2013, p. 35-46 (INIA Serie Técnica; 208)
- GIORELLO D, JAURENA M, BOGGIANO P, PEREZ GOMAR E. 2012. Respuesta al Riego Suplementario en Pasturas y Forrajes. En Riego en Cultivos y Pasturas. 2do. Seminario Internacional. Salto. pp. 43-53.
- QASSIMA., DUNIN F., BETHUNE M. 2008. Water balance of centre pivot irrigated pasture in northern Victoria, Australia. *Agricultural Water Management* 95 (2008) 566-574.
- SMEAL D., O'NEILL M.K., ARNOLD R.N. 2005. Forage production of cool season pasture grasses as related to irrigation. *Agricultural Water Management* 76 (2005) 224-236.



# III. BALANCE HÍDRICO: CONTROL Y PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN PASTURAS

Claudio García\*

## III.1. INTRODUCCIÓN

En países de clima húmedo, con precipitaciones abundantes, no es fácil poner siempre de manifiesto la importancia de la planificación de las áreas bajo riego dado que en general no existe una marcada estación de seca (falta de lluvias) como es el caso de Uruguay. Se suma a este fenómeno que siempre llueve (en todas las épocas del año) pero no se sabe con precisión cuándo ni cuánto, lo que hace aún más impreciso el cálculo de la efectividad de esas lluvias. Además en general los suelos no son profundos, haciendo que no se puedan usar como reserva de agua en el suelo para el ciclo del cultivo como sucede en otros países. Otro factor no menos importante es la baja infiltración que en promedio tienen los suelos en el país.

Frente a esas incertidumbres, algunas acciones deberían ser tomadas para enfrentarlas y transformarlas en oportunidades. Se deben conocer todas aquellas variables sobre las que se pueda tener algún tipo de control y así tener los mejores criterios para tomar decisión sobre las acciones. Esas variables sobre las que se puede tener alguna influencia son el conocer las relaciones que existen entre los datos agroclimáticos locales, suelo y planta y un conocimiento real del equipo de riego. Estas variables son los pilares donde se apoyan la mayoría de los balances hídricos para determinar el momento y la lámina de riego y en general se calibra y verifica su funcionamiento con herramientas tecnológicas como los sensores (TDR, FDR, sonda de neutrones, tensiómetros, etc.), así como imágenes satelitales, entre otras.

\* Ing. Agr. (Dr.), Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental, INIA Las Brujas.

Se presentan a continuación las variables (clima, suelo, precipitación y riego) registradas en la estación meteorológica del CIEDAG. Los resultados de los experimentos presentados corresponden a 6 años de estudio del riego en pasturas en dicho Centro en las zafras de riego (octubre-marzo) entre los años 2010 y 2016.

## III.2. VARIABLES AGROCLIMÁTICAS ESTUDIADAS

Las variables agroclimáticas que se miden para determinar el consumo potencial o máximo de un vegetal en pleno crecimiento son: radiación solar, viento a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo, humedad relativa del aire, temperatura del aire, presión atmosférica y precipitación. Si bien INIA tiene registros desde hace más de 40 años, en los últimos años con el desarrollo de estaciones meteorológicas automáticas se han diseminado en mayor número en todo el territorio pudiendo obtener un resultado de mejor calidad para cada región en estudio.

Cada una de estas variables tiene su importancia relativa en la determinación del consumo de agua por parte de los vegetales. Cuanto más cerca se encuentre la estación meteorológica del sitio en el que se aplica el riego, más ajustados serán los resultados sobre la condición de lo que ahí ocurre en términos de balance hídrico.

Si bien existen registros de precipitación desde hace años en Cerro Colorado, y son muy importantes para los estudios hidrológicos y de frecuencia de las lluvias, los datos para realizar las previsiones de riego fueron obtenidos de la estación meteorológica de INIA Treinta y Tres e INIA Las Brujas por estar a igual distancia en línea recta. A partir del año 2010 se instaló una estación meteo-

rológica automática en el predio del SUL, que envía los datos cada 15 minutos (via internet) a un servidor de INIA donde se procesan y se dejan disponibles en dominio público.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los 6 años (2010-16) del balance entre la evapotranspiración de referencia (Penman-Monteith) y las precipitaciones en el CIEDAG. Este balance, si bien es muy general en cuanto al manejo del riego, da una idea de la magnitud y la frecuencia con la cual se debería reponer el riego, de manera de poder lograr estabilidad y alta producción en los sistemas productivos.

La aplicación de riego en los 6 años de evaluación del sistema de producción de carne en pasturas bajo riego fue de 206 mm. Se observa en el Cuadro 1 que en todas las zafas entre los meses de octubre y marzo fue necesario en algún momento el complemento del riego para poder maximizar y potenciar la producción de materia seca.

El balance hídrico realizado en otras zonas del país ha demostrado tendencias similares (García C. 2015, datos sin publicar), donde se observan láminas de reposición de riego entre 220 y 240 mm dependiendo de la magnitud de los déficits hídricos. Dicha magnitud no solo afecta la producción de materia seca en ese período sino que compromete

la longevidad y persistencia de la pastura, además los espacios que van dejando las plantas en general son ocupados por malezas y esto compromete la vida útil de la misma.

### III.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Dos elementos se deben tener en cuenta a la hora de incorporar la tecnología del riego en los sistemas de producción. Uno de ellos es la cantidad de agua que un suelo puede almacenar y el otro es conocer la infiltración básica o velocidad de infiltración que tiene el suelo. Ambos son elementos que determinarán el manejo del riego y la operación de los equipos.

El papel del suelo es menos importante en el caso del riego que se aplica con láminas bajas y de alta frecuencia, como el caso de la aspersión o gotero (en este caso es pivot central), ya que la lámina de agua a aplicar tiende a ser igual al consumo. Sin embargo, hay que tener en cuenta la cantidad de agua que el suelo puede almacenar, así como el agua disponible que hay en la zona de crecimiento de las raíces porque son aportes de agua al crecimiento de la pastura. La curva característica de agua en el suelo

**Cuadro 1.** Balance entre la evapotranspiración de referencia (ET) y la precipitación para los años de estudio en el CIEDAG. Riegos aplicados en cada una de las 6 temporadas (2010-11 al 2015-16). CIEDAG, SUL, 2016.

	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
Octubre	-57,1	-29,5	144,4	-105,1	27,9	-40
Noviembre	-115,5	-22	-92,9	62,2	45,5	-67,1
Diciembre	-174,5	-106,4	73,2	-192,4	-104,2	-40,5
Enero	-154,7	-139,2	-136	255,4	-58,3	-171,2
Febrero	-93,4	-22	-44,9	193,4	-122	-73,1
Marzo	-78,7	18,2	-36,5	-21,3	-47	110
Balance	-673,9	-300,9	-92,7	192,2	-258,1	-281,9
Evapotranspiración (mm)	794	608	538	633	615	841
Precipitación (mm)	189	419	889	959	536	558
Riegos (mm)	260	190	307	77	162	240

permite conocer esta cantidad de agua disponible para las plantas y en combinación con el clima ayuda a una mejor gestión del riego en las chacras.

El conocer por un lado el almacenamiento de agua en el suelo permite programar los intervalos de riego y la operación del sistema de riego y por otro la infiltración de agua en el suelo permite saber o estimar la lluvia efectiva y la lámina máxima que un aspersor o pivot podría tener para no ocasionar escurrimiento y con esto el aumento en la probabilidad de erosión de suelo y contaminación de cauces.

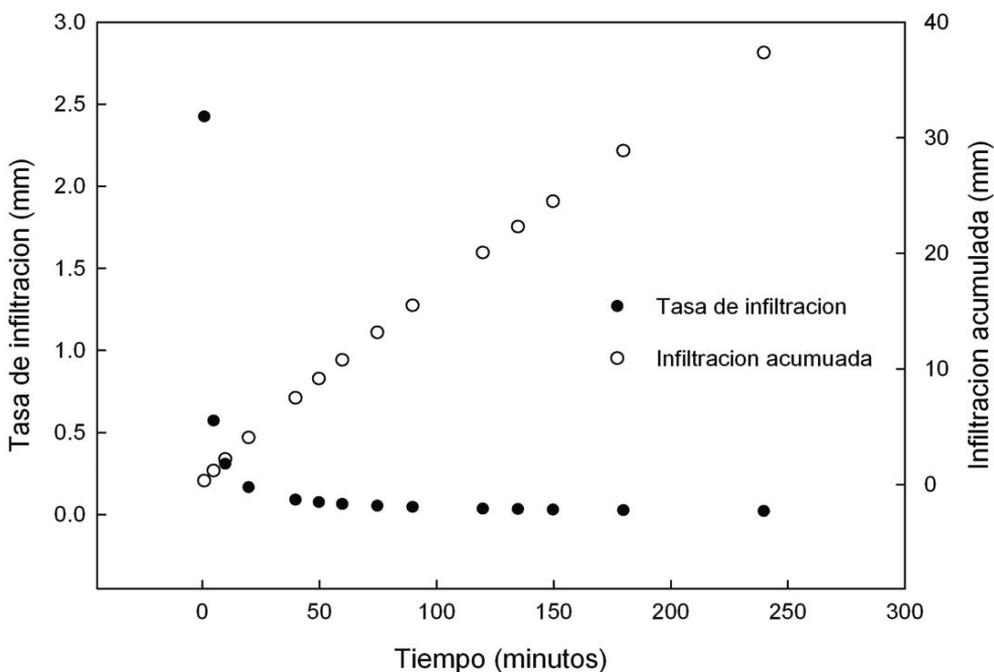
Se presenta en el Cuadro 2 la capacidad de almacenamiento de agua en el perfil, así como los valores del contenido de humedad a diferentes tensiones.

La curva característica de agua en el suelo se determinó según método convencional de las ollas de Richard (Methods of Soil Physics, ASAE, 1969). Se realizó un muestreo gravimétrico con tres repeticiones en el área dando como resultado los datos presentados en el Cuadro 2 con un desvío estándar del orden del 3,5 % en promedio para todas las tensiones de agua en el suelo.

El otro atributo importante para el manejo del riego es conocer la infiltración de agua en el suelo. En general, los suelos en Uruguay tienen valores bajos y/o medios de la tasa de infiltración básica y es este atributo que en general contribuye al desempeño de la aplicación de agua en la chacra.

**Cuadro 2.** Curva característica de agua en el suelo en los diferentes horizontes del perfil de suelo. Muestra tomada en setiembre de 2010, CIEDAG, SUL, 2016.

Profundidad (cm)	Densidad de suelo	Saturado (%)	Capacidad de campo (%)	Punto de marchitez permanente (%)	Agua disponible (mm)
0-25	1,05	47,5	30	11,0	47,5
25-50	1,19	40,1	27	10,5	41,3



**Figura 1.** Infiltración básica e infiltración acumulada en el suelo bajo riego con pivot central. Predio CIEDAG, SUL, 2016.

La infiltración de agua se determinó por el método del doble anillo con un tiempo de 4 horas donde se aseguró que la infiltración era estable. La capacidad de infiltración o infiltración básica de agua en el suelo es de 1,7 mm/h (Figura 1).

### III.4. SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego utilizado para estas evaluaciones de producción intensiva de carne bajo pasturas regadas fue un pivot central experimental (Spinner) hidráulico, de 108 m de largo de las torres compuesto por 2 tramos y 1 aspersor en la punta. El primer tramo de 60 m de largo y el segundo de 26 m, teniendo el aspersor un alcance de 22 m. Este radio de 108 m permite un área de riego bajo el pivot de 3,66 ha por cada posición que el mismo opera.

Existe en la fuente de agua (represa) una bomba centrífuga que eroga un caudal de 51,4 m<sup>3</sup>/h a una presión de 35 m. Esto permite aplicar una lámina de 15 mm a velocidad máxima del pivot (100 %) en un tiempo de 11 horas. Esto es variable por la pendiente del terreno, la humedad a la que se comience el riego y la entrega de energía a la bomba.

Evaluaciones de performance del equipo mostraron un rendimiento en relación a la uni-

formidad de distribución del agua a lo largo del pivot de 74,5 % y un coeficiente de distribución de 82,8 %. A modo de ejemplo se presentan en la Figura 2 los resultados obtenidos en una de las pruebas realizadas a campo.

Si bien la performance del equipo fue aceptable en esta prueba de campo, se deben realizar varias evaluaciones en la época de riego para conocer realmente el rendimiento del sistema de riego.

### III.5. MANEJO DEL RIEGO EN LAS PASTURAS

De acuerdo con las variables clima, suelo y equipo y con el seguimiento del crecimiento de las pasturas fue que se realizó un seguimiento de las condiciones de humedad de suelo para el ajuste del balance hídrico que permitiera maximizar el potencial de producción de las plantas.

Se presenta en las siguientes figuras los resultados de las evaluaciones de las zafras de riego 2010-11, 2011-12, 2012-13 y 2015-16. La alta variabilidad que presentan las lluvias en cada año resalta la importancia de realizar un seguimiento del balance hídrico del suelo según las condiciones de cada predio debido a que las pasturas tienen una alta respuesta al ma-

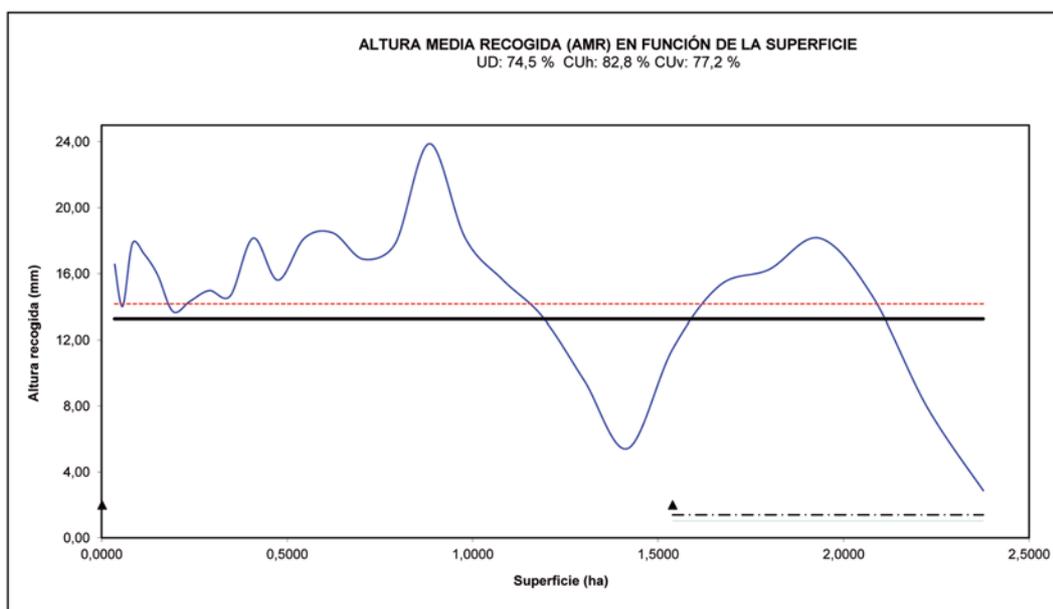


Figura 2. Lámina de agua colectada en función de la distancia. CIEDAG, SUL. 2016

nejo de las mismas y por lo tanto hay consecuencia directa también en la cantidad de agua que puedan consumir.

En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se presentan los resultados de la evolución de la evapotranspiración máxima de la pastura, los rie-

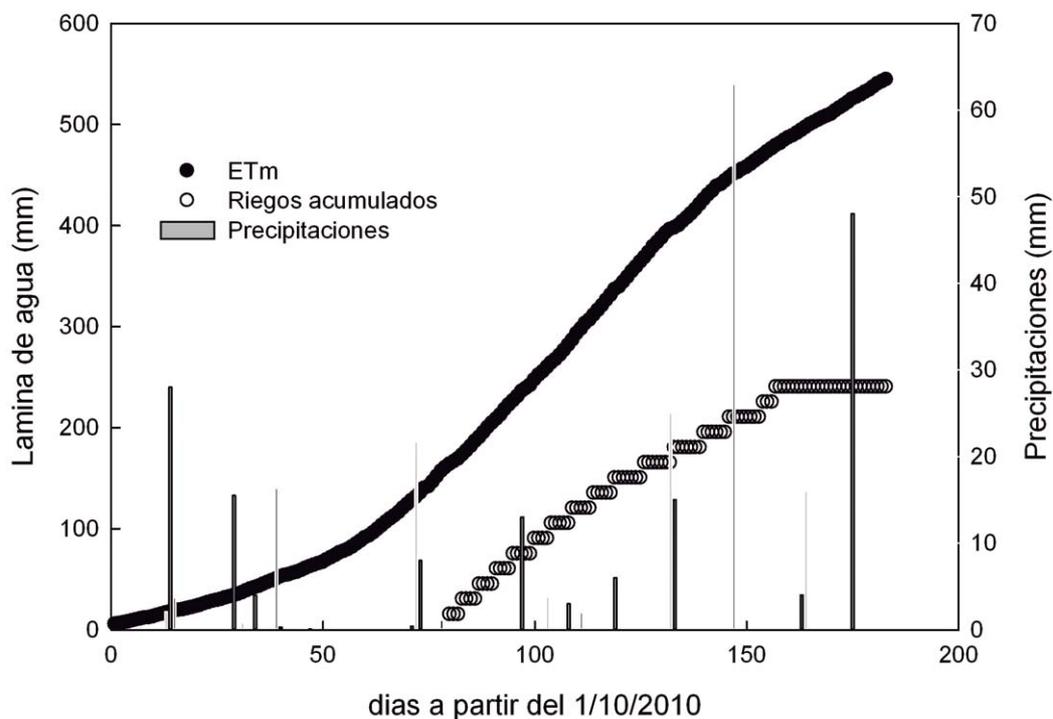


Figura 3. Manejo del riego en pastura. Balance hídrico en la zafra 2010-11, CIEDAG, SUL.2016.

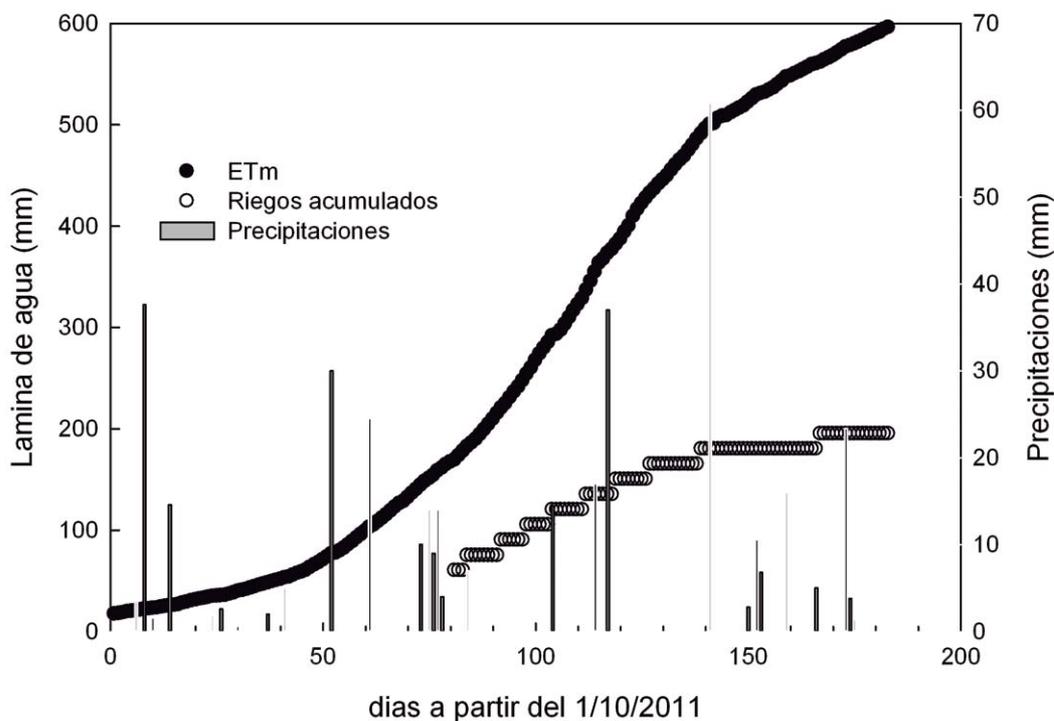


Figura 4. Manejo del riego en pastura. Balance hídrico en la zafra 2011-12, CIEDAG, SUL; 2016.

gos aplicados y las precipitaciones ocurridas en el CIEDAG durante los periodos, 2010-11, 2011-12, 2012-13 y 2015-16.

Este balance hídrico que fue realizado durante toda la temporada y que responde a ecuaciones de aproximación entre la evapo-

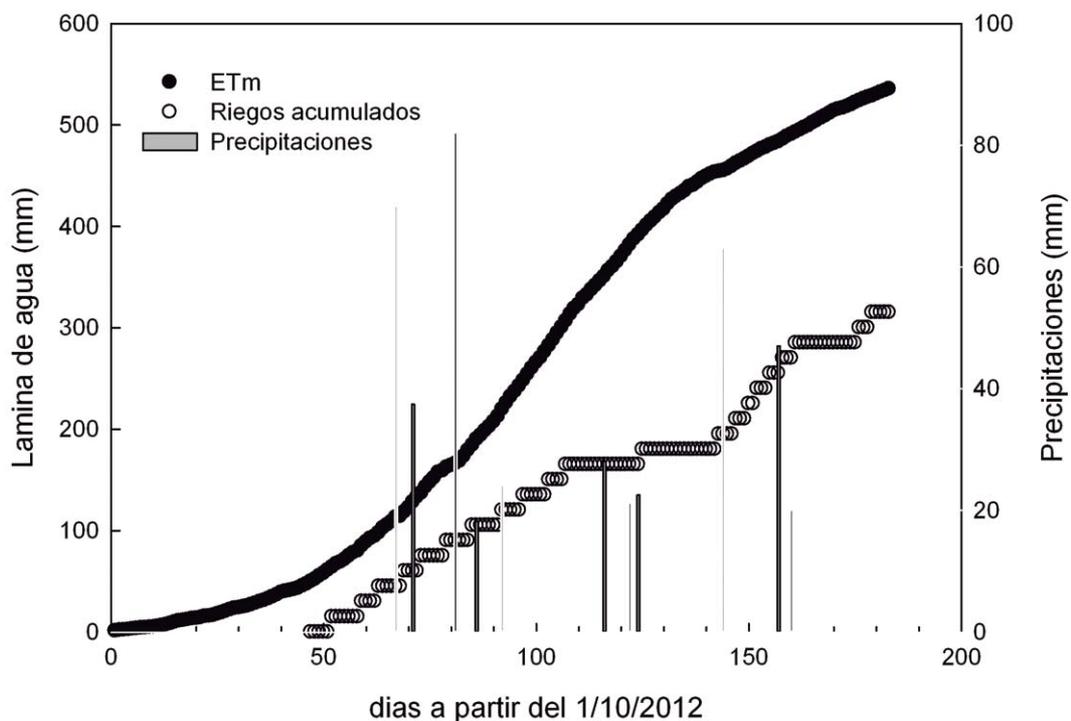


Figura 5. Manejo del riego en pastura. Balance hídrico en la zafra 2012-13, CIEDAG, SUL; 2016.

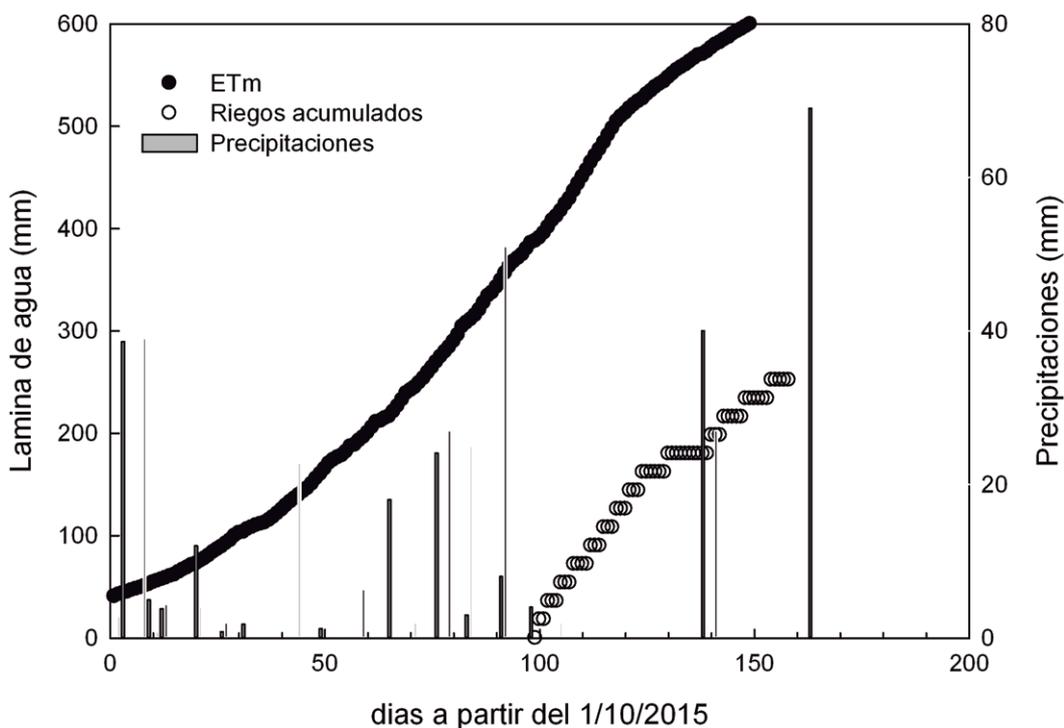


Figura 6. Manejo del riego en pastura. Balance hídrico en la zafra 2015-16, CIEDAG, SUL; 2016.

**Cuadro 3.** Datos de la evapotranspiración, precipitaciones y riegos durante las zafras de riego (octubre-marzo) en el período de estudio 2010-2016. CIEDAG, SUL, 2016.

	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
Evapotranspiración (mm)	794	608	538	633	615	841
Precipitación (mm)	189	419	889	959	536	558
Riegos (mm)	260	190	307	77	162	240

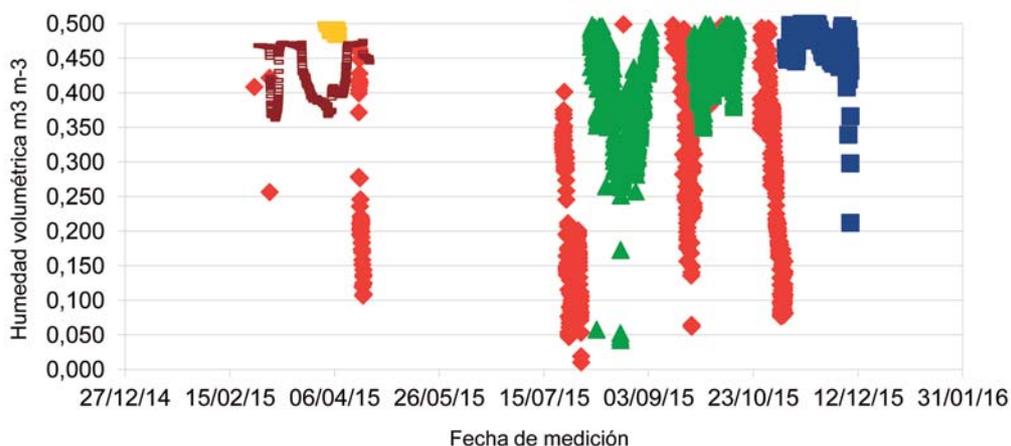
transpiración del cultivo estimada a través de las variables agroclimáticas y las precipitaciones que ocurren en el sitio, es verificado con sensores que son colocados en diferentes profundidades del suelo y que registran las variaciones en la humedad del perfil. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de las precipitaciones que se dieron durante las diferentes zafras en las que fue utilizado el riego (octubre-marzo) y la lámina de riego aplicada a las pasturas durante los años 2010-11 hasta la zafra 2015-16.

En la Figura 7 se presenta a modo ilustrativo la secuencia de mediciones desde diciembre de 2014 hasta enero de 2016 de la evolución de la humedad del suelo en las diferentes profundidades que se hace el seguimiento (0-50 cm). El límite superior de agua en el suelo es 50 % (suelo saturado) y el límite inferior (punto de marchitez permanente) es de 11 %, para este suelo en estudio.

La diferencia entre ambos valores es lo que se denomina el agua disponible para las plantas y dentro de este rango el criterio para comenzar a regar fue cuando se agotaba el 50 % de esa fracción de agua disponible. Esto varía con el crecimiento de la pastura pero también con la época del año porque depende del consumo de las plantas.

### III.6. COMENTARIOS FINALES

- Se realizó el seguimiento del riego en las pasturas en el Centro de Investigación y Experimentación Dr. Alejandro Gallinal (CIEDAG), Florida, durante 6 años (2010-16) utilizando un pivot central (Spinner) experimental de 108 m de radio, aplicando una lámina promedio a 100 % (máxima velocidad) 15 mm en un lapso de 11 horas.
- Durante los 6 años de la evaluación de las condiciones óptimas de humedad en



**Figura 7.** Evolución de la humedad del suelo a diferentes profundidades en pasturas regadas. Medidas horarias con FDR (Frequency Domain Reflectometry). CIEDAG, SUL, 2016.

el suelo fue necesario suplementar con riego, dado que las lluvias no cubrieron la demanda de agua de los cultivos en ninguno de los años para potencializar la producción.

- El conocer la cantidad de agua que almacena el perfil de suelo, así como la infiltración de agua y la cantidad de agua que aplica el equipo, es de fundamental importancia para poder hacer una programación correcta durante el período en el que se quiere utilizar el riego.
- Es importante tener algún instrumento de verificación sobre las condiciones de humedad del suelo en la zona de crecimiento de las raíces. Los mismos pueden ser tan simples como un taladro o tan complejos como una sonda de neutrones, FDR o imagen satelital dependiendo de las condiciones de cada situación.

### III.7. LITERATURA RECOMENDADA

- ALLEN, R. G. 1990. Software REF-ET. Reference Evapotranspiration Calculator. Utah State University. USA. <https://www.uidaho.edu/cals/kimberly-research-and-extension-center/irrigation-and-water-resources/ref-et-software-request-form>
- ALLEN, R.G., L.S. PEREIRA, D. RAES Y M. SMITH. 1998. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Cuadernos de Riego y Drenaje N° 56. 322 p. FAO, Roma, Italia. FAO.
- CAMPBELL, G. S. and M. D. CAMPBELL. 1982. Irrigation scheduling using soil moisture measurements: theory and practice. *Advances in irrigation* 1.1: 25-42.
- SMITH, M. 1992. CROPWAT: A computer program for irrigation planning and management. Food & Agriculture Org.

# IV. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS DE PASTURAS CON RIEGO EN CIEDAG

Carlos Salgado\*  
Aldo Yiansens\*\*

## IV.1. INTRODUCCIÓN

Se realizó una evaluación económica de un sistema de producción de pasturas bajo riego por aspersión (pivot central). Se estudiaron tres tipos de pasturas (festuca + trébol blanco, festuca + lotus Maku y lotus Maku como cultivo) en un período de 5 años (desde el 11-12 al 15-16 período julio-junio).

También se evaluaron costos de materia seca bajo riego en mezclas de achicoria + trébol rojo.

El año 2014-15 fue un año transicional en materia de decisiones de pasturas y no se levantaron datos de producción animal, pero si se presentan los costos de producción de la materia seca.

Por último, para cada año se realizó una evaluación de la producción y de los costos para obtener como resultado el Margen Bruto por Hectárea regada con Pivot.

## IV.2. COSTOS

### a. Represa

La represa es el costo (amortización anual y mantenimiento) común para todos los sistemas de pastura con riego del CIEDAG. En las obras se movieron 18.785 m<sup>3</sup> de tierra. Tiene un espejo de agua de 7 ha, una cuenca de 132 ha y un volumen de reserva de 132.000 m<sup>3</sup> de agua. La capacidad de riego de la represa es de 45 ha.

Los costos de obra de la represa corresponden a los importes incurridos durante su construcción en el año 2010. Se estimó en 30 años la vida útil de la represa y un costo de mantenimiento del 2 % anual de la inversión inicial.

\* Ing. Agr., Consultor del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL).

\*\* Cr., Servicios Institucionales del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL).

### Cuadro 1.

<b>Movimiento tierra m<sup>3</sup>:</b>	
Terraplén	14.750
Limpieza vegetal	2.600
Dentellón anclaje	1.435
<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>18.785</b>
Costo m <sup>3</sup> movido (US\$)	3,00
<b>Honorarios profesionales</b>	<b>2.452</b>
<b>Subtotal terraplén</b>	<b>58.807</b>

### b. Equipamiento para bombeo de agua y pivot

En este rubro se incluyen el costo de inversión de la estación de bombeo, tuberías de distribución de agua e instalación eléctrica (800 m de líneas y sub estación trifásica) y la compra del pivot con su valor al año 2010.

Se estimó una vida útil de 15 años para la estación de bombeo y cañerías, 20 años para la instalación eléctrica y 10 años para el pivot. La capacidad de riego con el pivot es de 15 ha. En una vuelta a máxima velocidad, el pivot riega una superficie de 3,5 ha, en un tiempo de 10,5 horas y regando 18 mm/ha.

### Cuadro 2.

Estación de bombeo .....	US\$ 5.112
Tuberías distribución de agua ..	US\$ 2.000
Instalación eléctrica* .....	US\$ 11.959
Instalación UTE .....	US\$ 1.040
Gastos diversos .....	US\$ 3.000
<b>Total .....</b>	<b>US\$ 23.111</b>
<b>Inversión pivot .....</b>	<b>US\$ 37.944</b>

\*800 m de línea + subestación trifásica.

### c. Costos de amortización y mantenimiento de represa y equipos

Cuadro 3.

Costo anual de amortización (U\$S/ha)	Costo US\$	Vida útil años	Superficie a regar (ha)	Costo anual (U\$S/ha)
Represa	58.807	30	45	43,56
Estación bombeo y cañerías	7.112	15	15	31,61
Instalación eléctrica y otros	15.999	20	15	53,33
Pivot	37.944	10	15	252,96
<b>Total costo</b>				<b>381,4</b>
Costo anual de mantenimiento (2% de inversión)	Inversión	Mantenimiento anual	Superficie (ha)	Costo anual (U\$S/ha)
Represa	58.807	1.176	45	26,14
Estación bombeo y cañerías	7.112	142	15	9,48
Instalación eléctrica y otros	15.999	320	15	21,33
Pivot	37.944	759	15	50,59
<b>Total mantenimiento</b>				<b>107,54</b>

Cuadro 4. Mano de obra riego pivot.

Año	US\$/jornada	Jornadas /año	Costo anual	Superficie ha	Mano de obra/ha
2011/12	32,2	45	1449	15	96,61
2012/13	30,67	45	1.380	15	92,00
2013/14	29,33	45	1.320	15	87,99
2014/15	28,66	45	1.290	15	85,99
2015/16	25,72	45	1.158	15	77,17

### d. Mano de obra del riego pivot

Se consideraron 45 jornadas por año en el manejo de una superficie de riego de 15 ha.

### e. Costo bombeo de agua

En la determinación del costo de bombeo se utilizó la información de los milímetros regados por ha y el costo del consumo total de energía eléctrica (kilowatts) inclu-

yendo impuestos y cargos fijos por potencia contratada en cada ejercicio.

### f. Costos de pasturas

Para los costos de pastura la metodología utilizada valoró los costos de siembra (semilla, herbicida, maquinaria contratada). Estos rubros de siembra fueron amortizados anualmente de acuerdo al tiempo de duración de las pasturas. La fertilización, refertilizaciones y tareas de mantenimiento, como fumigación con herbicidas o pasadas de ro-

**Cuadro 5.**

<b>Costo de bombeo del agua</b>				
2011/12	190,00	0,57	237,95	1,25
2012/13	309,00	0,55	313,35	1,01
2013/14	77,00	1,06	245,59	3,19
2014/15	162,00	0,82	209,14	1,29
2015/16	126,00	0,41	226,25	1,80

**Cuadro 6.** Costos de pasturas.

	<b>Fest + T. blanco</b>	<b>Fest + Lotus Maku</b>	<b>Lotus Maku</b>	<b>Achicoria +T. rojo</b>
Año de implantación	2011	2011	2011	2011
Costo de implantación (US\$/ha)	157,9	201,3	131,0	176,0
Duración (años)	5,0	5,0	5,0	3,0
Amortización anual (US\$/ha)*	31,6	40,3	26,2	58,7
<b>Fertilización, refertilizaciones y mantenimiento (US\$/ha)</b>				
2011/12	151,8	151,8	105,8	123,2
2012/13	202,5	202,5	120,0	192,5
2013/14	190,0	190,0	120,0	192,5
2014/15	182,0	182,0	117,0	0,0
2015/16	238,7	193,7	171,6	0,0
<b>Costos anuales</b>				
2011/12	183,4	192,1	132,0	181,9
2012/13	234,1	242,8	146,2	251,2
2013/14	221,6	230,3	146,2	251,2
2014/15	213,6	222,3	143,2	
2015/16	270,3	234,0	197,8	

\*Se amortizan: los costos de implantación menos fertilizantes.

tativa, fueron cargados a cada año con los precios de cada año.

#### **g. Costo total de pasturas bajo riego (no incluye costos de producción animal)**

El promedio de costo para todas las pasturas y para todos los años considerados se situó US\$ 1.070 por hectárea por año.

#### **h. Costos de producción ganadera**

Los costos de producción corresponden a los gastos de sanidad, costos de esquila y mano de obra para el manejo del ganado vacuno y ovino.

**Cuadro 7.** Costo del riego por pivot, en dólares por hectárea.

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
<b>Amortizaciones</b>	<b>381,46</b>	<b>381,46</b>	<b>381,46</b>	<b>381,46</b>	<b>381,46</b>
Represa	43,56	43,56	43,56	43,56	43,56
Estación bombeo y cañerías	31,61	31,61	31,61	31,61	31,61
Instalación eléctrica y otros	53,33	53,33	53,33	53,33	53,33
Pivot	252,96	252,96	252,96	252,96	252,96
<b>Mantenimiento</b>	<b>107,54</b>	<b>107,54</b>	<b>107,54</b>	<b>107,54</b>	<b>107,54</b>
Represa	26,14	26,14	26,14	26,14	26,14
Estación bombeo y cañerías	9,48	9,48	9,48	9,48	9,48
Instalación eléctrica y otros	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33
Pivot	50,59	50,59	50,59	50,59	50,59
<b>Mano de obra</b>	<b>96,61</b>	<b>92,00</b>	<b>87,99</b>	<b>85,99</b>	<b>77,17</b>
<b>Costo de bombeo</b>	<b>237,95</b>	<b>313,35</b>	<b>245,59</b>	<b>209,14</b>	<b>226,25</b>
<b>Total costo riego</b>	<b>823,56</b>	<b>894,35</b>	<b>822,58</b>	<b>784,13</b>	<b>792,43</b>
<b>Pasturas</b>					
Fest + T. blanco	183,4	234,1	221,6	213,6	270,3
Fest + Lotus Maku	192,1	242,8	230,3	222,3	234
Lotus Maku	132	146,2	146,2	143,2	197,8
Achicoria + Trebol rojo	181,9	251,2	251,2		
Raigras + Trebol rojo	219,7	281,5			
<b>Costo total</b>					
Fest + T. blanco	1.007,0	1.128,5	1.044,2	997,7	1.062,7
Fest + Lotus Maku	1.015,7	1.137,2	1.052,9	1.006,4	1.026,4
Lotus Maku	955,6	1.040,6	968,8	927,3	990,2
Achicoria + Trebol rojo	1.005,5	1.145,6	1.073,8		
Raigras + Trebol rojo	1.043,3	1.175,9			

### i. Costos de Materia Seca por cada mezcla de pastura

Con la información de producción de materia seca y los costos de pasturas, donde no fueron incluidos los costos operativos de producción de carne y lana, se obtuvo la información del costo por tonelada de materia seca producida bajo riego por pivot.

El costo promedio de la tonelada de materia seca para todas las pasturas bajo riego se ubicó en estos ensayos en US\$ 65,01.

Se observa de los resultados que los menores costos de producción registrados

se dieron en las pasturas de ciclo corto bajo riego. El costo promedio de todas las pasturas de ciclo largo fue de US\$ 68,82 por tonelada de MS. En las de ciclo corto el promedio fue de US\$ 59,30.

### IV. 3. PRODUCCIÓN

La producción fue calculada según la información de campo sobre los kilogramos vivos producidos tanto de vacunos como de ovinos, evaluada a los precios de hacienda gorda para frigorífico de cada momento menos los gastos de comercialización estima-

**Cuadro 8.** Costos de producción (dólares por hectárea).

	2011/12	2012/13	2013/14
<i>Festuca + T blanco</i>			
Esquila	56,7	70,6	42,8
Sanidad ovina	30,2	47,1	28,5
Sanidad vacuna	67,0	21,4	36,6
Mano de obra	7,6	7,6	7,6
<b>Subtotal</b>	<b>161,5</b>	<b>146,6</b>	<b>115,5</b>
<i>Festuca + Lotus Maku</i>			
Esquila	5,0	52,6	40,9
Sanidad ovina	2,7	35,1	27,3
Sanidad vacuna	67,0	21,4	36,6
Mano de obra	7,6	7,6	7,6
<b>Subtotal</b>	<b>82,2</b>	<b>116,6</b>	<b>112,3</b>
<i>Lotus Maku</i>			
Esquila	88,4	78,9	20,1
Sanidad ovina	47,1	52,6	13,4
Sanidad vacuna	0,0	0,0	61,5
Mano de obra	7,6	7,6	7,6
<b>Subtotal</b>	<b>143,1</b>	<b>139,1</b>	<b>102,6</b>

**Cuadro 9.** Producción de materia seca (kg/ha).

Año ganadero (1 jul - 30 jun)	Fest + T blanco	Fest + L Maku	L Maku (pivot)	T rojo + Achi	Raigrás + T rojo
11-12	24.948	14.495	23.795	17.178	22.982
12-13	24.021	17.091	14.599	19.424	15.828
13-14	16.159	15.023	11.326		
14-15	10.911	16.163	16.094		
15-16	7.961	14.488	16.239		

**Cuadro 10.** Costo de materia seca (dólares por tonelada).

Año	Fest + T blanco	Fest + L Maku	L Maku (pivot)	T rojo + Achi	Raigrás + T rojo
11-12	40,36	70,07	40,16	58,53	45,39
12-13	46,98	66,53	71,28	58,98	74,29
13-14	64,62	70,08	85,53		
14-15	91,44	62,27	57,62		
15-16	133,49	70,85	60,98		
	75,38	67,96	63,11	58,75	59,84

dos en el 6 %. En la lana se supuso que el 50 % de su producción correspondía a su tiempo de estadía en los sistemas de riego y se utilizaron los precios de cada año para valorar la producción.

#### a. Producción física

#### b. Producción económica

Precios de venta descontados el 6 % de gastos de comercialización (Cuadro 12).

El mejor resultado productivo de los tres primeros años con mejor promedio se dio en el caso de festuca + trébol blanco y fue 1.993,8 dólares por ha. Las restantes pastu-

**Cuadro 11.** Producción en kilogramos vivos.

Festuca + Trébol blanco			
	Carne ovina	Carne vacuna	Total
11-12	567	837	1.404
12-13	706	267	973
13-14	428	457	885
15-16			
Festuca + Lotus Maku			
11-12	50	785	835
12-13	526	400	926
13-14	409	574	983
15-16	57	507	564
Lotus Maku			
11-12	884	0	884
12-13	789	0	789
13-14	201	769	970
15-16	400	0	400

**Cuadro 12.** Precios en dólares por kilo vivo descontados gastos de comercialización (6 %).

	Carne ovina	Carne vacuna
11-12	1,90	1,75
12-13	1,48	1,77
13-14	1,62	1,60
14-15	1,72	1,60
15-16	1,51	1,35

ras en el mismo período tuvieron resultados productivos inferiores: US\$ 1606,9 por hectárea (ha) para festuca + lotus Maku con una menor variación en sus resultados y por último el cultivo de lotus Maku con una producción promedio de US\$ 1.649,4 por ha pero con mayor variación respecto a la festuca + lotus Maku.

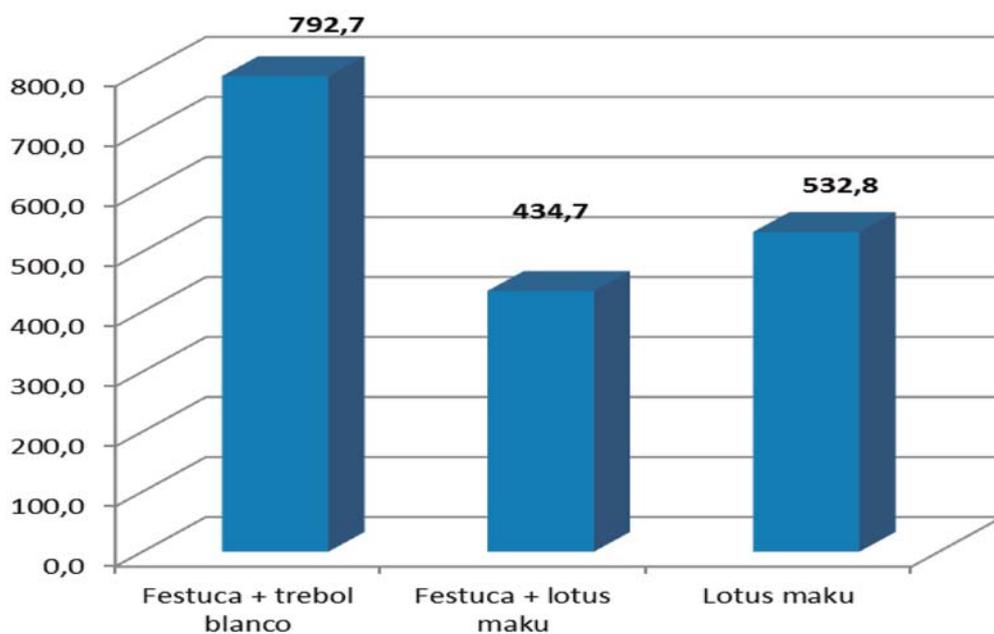
#### IV.4. RESULTADOS ECONÓMICOS

Los resultados económicos fueron evaluados según el resultado del Margen Bruto por hectárea expresado en dólares corrientes de cada año y para cada tipo de pasturas analizadas.

**Cuadro 13.** Producción en dólares.

<b>Festuca + Trebol blanco</b>				
	<b>Carne ovina</b>	<b>Carne vacuna</b>	<b>Lana*</b>	<b>Total</b>
11-12	1.078,8	1.463,3	160,7	2.702,8
12-13	1.042,8	471,3	212,1	1.726,1
13-14	691,4	730,2	130,8	1.552,5
14-15				
15-16				
<b>Festuca + Lotus Maku</b>				
11-12	95,1	1.372,4	12,7	1.480,3
12-13	776,9	706,0	157,9	1.640,9
13-14	660,7	917,2	121,8	1.699,7
14-15	0,0	0,0		0,0
15-16	86,3	686,3	17,1	789,6
<b>Lotus Maku</b>				
11-12	1.681,9	0,0	249,6	1.931,4
12-13	1.165,4	0,0	239,1	1.404,5
13-14	324,7	1.228,8	58,7	1.612,1
14-15				0,0
15-16	605,4	0,0	120	725,4

\*50 % de la producción total.



**Figura 1.** Resultados económicos según pasturas (2011-14) Margen bruto/ha, en US\$.

**Cuadro 14.** Producción total, costo total y margen bruto por hectárea, en dólares por hectárea.

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
<b>Festuca + Trébol blanco</b>					
Producción total	2.702,8	1.726,1	1.552,5		
Costo total	1.168,5	1.275,1	1.159,7		
Margen Bruto/ha	1.534,4	451,0	392,8		
<b>Festuca + Lotus Maku</b>					
Producción total	1.480,3	1.640,9	1.699,7		789,6
Costo total	1.097,9	1.253,8	1.165,2		1026,4
Margen Bruto/ha	382,4	387,1	534,5		-236,8
<b>Lotus Maku</b>					
Producción total	1.931,4	1.404,5	1.612,1		725,4
Costo total	1.098,7	1.179,7	1.071,4		990,2
Margen Bruto/ha	832,7	224,8	540,7		-264,9

## V. NOTA TÉCNICA

Claudio García\*  
Daniel Formoso\*\*

### V.1. MANTENIMIENTO DE LAS PRESAS (EMBALSES) DE TIERRA

La mayoría de las presas en el Uruguay (>80 %) son clasificadas como pequeñas y medianas (MVOTMA, 2011) siendo su altura máxima menor o igual a 10 m. Sin embargo, independientemente del tamaño de la presa se debería tener en cuenta ciertas conside-

raciones en su diseño, construcción y mantenimiento para que su funcionamiento sea el adecuado. En el país hay muchos ejemplos de presas con problemas de filtración, de cálculo en el vertedero, en el coronamiento o en la protección del oleaje. Este último tiene problemas no solo porque va desgastando la presa y erosionándola en mayor o menor medida sino que afecta también el ancho de coronamiento que fue calculado para



\* Ing. Agr. (Dr.), Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental, INIA Las Brujas.

\*\* Ing. Agr., MSc. Asesor Privado, ex-técnico del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL).

la vida útil de la obra. En las siguientes secuencias de fotos, se muestra, a los efectos prácticos, la evolución que tuvo la presa construida en el CIEDAG, en el año 2010, donde se muestra un claro ejemplo del trabajo del oleaje sobre la taipa. De acuerdo con la pendiente del talud aguas arriba, la profundidad del embalse y las características del viento y su incidencia sobre la presa se determinan las características de la protección contra el oleaje. Normalmente, en presas de más de cinco metros de altura se sugiere el uso de enrocados en los niveles de fluctuación del embalse. Las razones para realizar el mantenimiento parecen obvias pero

son básicamente por seguridad, funcionalidad, eficiencia y ambientales, principalmente. El mantenimiento permite prever averías que podrían afectar la seguridad de la presa y alarga la vida útil de la infraestructura hidráulica.

## V.2. LITERATURA CONSULTADA

Manual de diseño y construcción de pequeñas presas. Volumen 1, Diseño Hidrológico/Hidráulico: Versión 1.01. Segunda Edición, MOVTMA, 2011. Digital en <http://www.mvotma.gub.uy/dinagua/manualdepequenaspresas>

**INIA Dirección Nacional**

Andes 1365, P. 12  
Montevideo  
Tel.: 598 2902 0550  
Fax: 598 2902 3633  
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

**INIA Las Brujas**

Ruta 48, Km 10  
Canelones  
Tel.: 598 2367 7641  
Fax: 598 2367 7609  
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

**INIA Tacuarembó**

Ruta 5, Km 386  
Tacuarembó  
Tel.: 598 4632 2407  
Fax: 598 4632 3969  
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

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