

TECNOLOGIA DE RIEGO POR SUPERFICIE SUPLEMENTARIO A PASTURAS ARTIFICIALES EN EL NORTE DE URUGUAY

A. Bourdin¹, M. Burgos¹, M. Franco-Fragua¹, M. García Petillo², C. García³, S. Saldanha⁴

Introducción

De acuerdo a la base de datos existentes en el país, se constata un déficit hídrico acumulado entre los meses de octubre a marzo en el promedio de los años entre 180 a 240 mm (García, C. 2010). Dado el carácter perenne de las praderas sembradas es una problemática el período primavera - verano donde la demanda atmosférica genera desbalances hídricos en ese período afectando la vida útil de las praderas sembradas.

El riego suplementario aplicado a especies forrajeras debe ser concebido como una herramienta tecnológica, no sólo para atenuar las faltas de lluvias en períodos breves, pero críticos en cuanto a sus efectos sobre la estabilidad, sino también como un elemento de planificación e incorporación al área total en producción, ya que permite dar estabilidad e incrementar la productividad del sistema. Para que el riego por superficie sea viable en forma masiva, se deben generar tecnologías que permita adecuar el método de riego al sistema de preparación de suelos y su conservación. En este caso, se deben ajustar parámetros del método tales como: caudales, longitudes de melgas y pendientes, para diferentes tipos de suelos.

La generación de conocimientos sobre el método de riego por superficie permitirá desarrollar tecnologías adaptadas a las condiciones económicas, culturales y agronómicas del país donde se pueda maximizar la eficiencia del uso del agua, optimizar los rendimientos de los sistemas de producción, conservar los recursos suelo y agua, de fácil operación, de reducidos costos de inversión y bajo consumo energético.

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar tecnologías de riego por melgas (también llamadas bordos) tendiente al aumento de la eficiencia de uso tanto del agua como de la mano de obra y la uniformidad del riego.

Materiales y Métodos

El experimento⁵ fue realizado durante el período de octubre de 2010 a marzo de 2011, en el establecimiento "El Junco", ubicado en la Colonia A. Rubio, departamento de Salto, sobre un vertisol háplico de la Unidad Itapebí - Tres Árboles. Este suelo se caracteriza por un alto contenido de materia orgánica, alto porcentaje de saturación de bases, textura arcillosa, de drenaje moderadamente bueno a bueno. Tiene un horizonte A que alcanza los 80 cm de profundidad.

La pastura convencional estaba compuesta por raigrás, lotus y trébol blanco, sembrada en marzo de 2009.

¹ Estudiantes de Tesis, Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay.

² Prof. Dr. Cátedra de Hidrología, Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay.

³ Ing. Agr., Dr., Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental, INIA Las Brujas. Uruguay.

⁴ Prof. Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay

⁵ Este trabajo es parte de la tesis de grado de Ing. Agr. de Andrés Bourdin, Mauricio Burgos, Matias Franco-Fragua.

Características del experimento

El diseño experimental fue de parcelas al azar con tres repeticiones donde los tratamientos fueron diferentes anchos de melgas, siendo los mismos 6, 9 y 12 m, más un testigo en seco de 9 m de ancho de melga.

Los riegos se determinaron según la reposición de una lámina de 40 mm para los tres tratamientos bajo riego cada vez que la evapotranspiración potencial estimada por Penman-Monteith alcanzaba ese valor.

Determinaciones:

Del cultivo: Producción de materia seca total por tratamiento.

Del riego: Curva de avance, curva de recesión, contenido de humedad en el suelo antes y después del riego en todo el perfil hasta los 80 cm, caudal de entrada en cada parcela, lámina infiltrada y uniformidad de aplicación del agua en cada tratamiento.

Resultados y Discusión

Se presenta en la figura 1, las curvas de avance y receso del agua promedio para los tratamientos regados de 6, 9 y 12 m de ancho de melga.

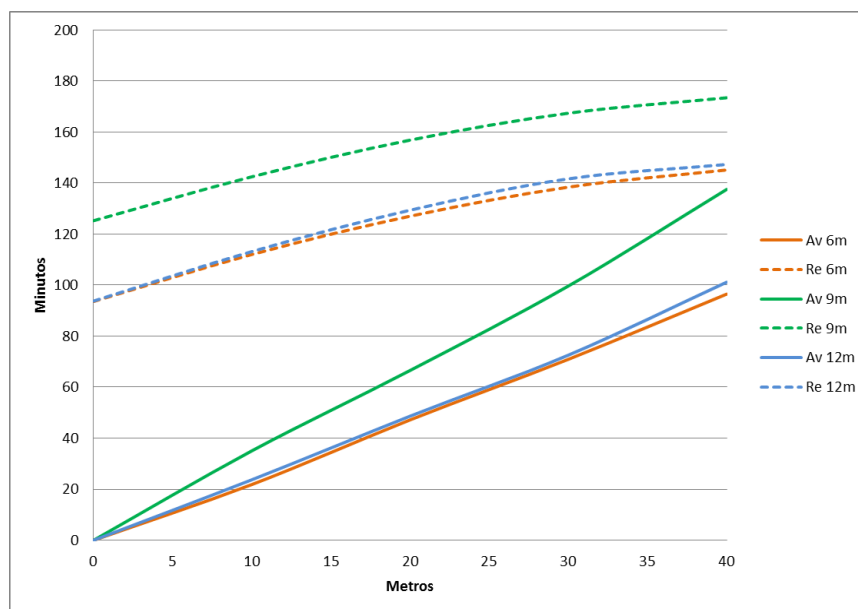


Figura 1: Curvas de tiempos de avance y receso del agua para los tres tratamientos regados, Salto 2012.

Para el caso de las curvas de avance la diferencia que existió en tiempo de avance, principalmente entre el tratamiento de 9m vs los de 6m y 12m de ancho de melga. Esto se explica por la diferencia de caudales en relación a los anchos de melga; el Q (L /seg/m de ancho) en el tratamiento de 9m fue un 33 % menor al que se obtuvo en el promedio de los demás tratamientos.

Para el caso de las curvas de receso se observó que la forma de las mismas es idéntica para los tres tratamientos independientemente del ancho de melga y también del caudal aplicado (figura 2). Es lógico suponer que esta variable está determinada en gran parte por características del suelo como: profundidad del perfil, textura y pendiente homogénea para todo el ensayo.

Es importante también mencionar que la forma de las curvas de recesos no varía dado que los factores que la podrían modificar como son la producción de materia seca (MS) y la lámina aplicada son iguales para los tres tratamientos de ancho de melga.

En la figura 2 se presentan los caudales utilizados promedio en cada tratamiento de ancho de melga durante la zafra 2010-11.

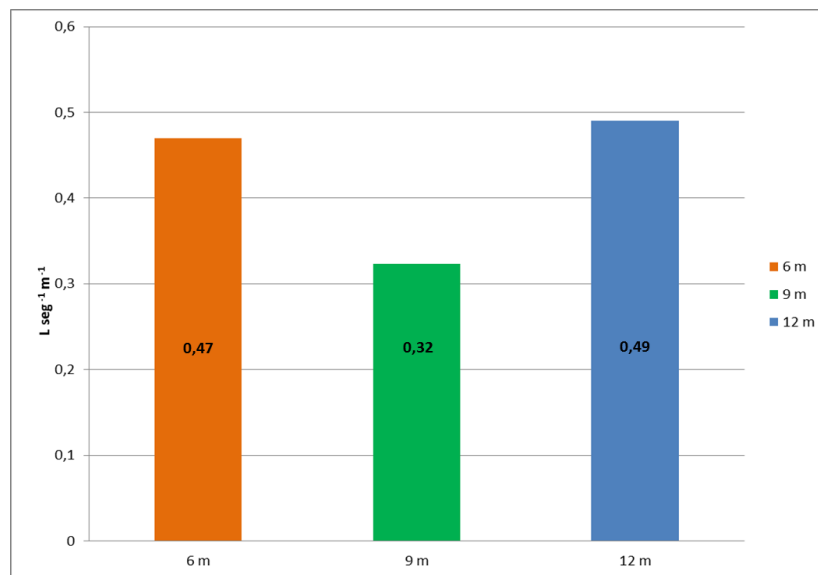


Figura 2: Caudal de entrada de los distintos tratamientos (6, 9 y 12m) “Q”, expresada en $l \text{ seg}^{-1} \text{ m}^{-1}$ de ancho para los tratamientos regados

Se observó un menor “Q” en el tratamiento de 9m ya que la relación entre $l \text{ seg}^{-1}$ y ancho de melga es desfavorable para este tratamiento. En el tratamiento de 9m se utilizó una compuerta de $2,9 l \text{ seg}^{-1}$; en el de 6m de ancho de melga se utilizó una sola compuerta de $2,8 l \text{ seg}^{-1}$ y en el de 12m, fueron utilizadas 2 compuertas que sumaron $5,8 l \text{ seg}^{-1}$.

La tabla 1 presentada a continuación muestra la lámina de riego aplicada promedio a cada tratamiento, el caudal de entrada utilizado y el número total de riegos aplicados a cada uno de los tratamientos

Tabla 1: Lámina aplicada (mm) promedio a cada tratamiento, caudal promedio ($l \text{ seg}^{-1}$) y número de riegos realizados para cada tratamiento durante la zafra 2010-11, Salto 2011.

Registros	Tratamiento		
	6 m	9 m	12 m
Lámina (mm)	523	463	537
Caudal (L /seg)	2,8	2,9	5,8
N° de riegos	9	9	9

Para el total del período del ensayo la lámina aplicada promedio fueron 508 mm, distribuidos en 9 riegos, resultando en una lámina promedio por riego de 56 mm.

En la figura 3 se presentan los tiempos de oportunidad promedio para los tres tratamientos de ancho de melga durante la zafra de riego

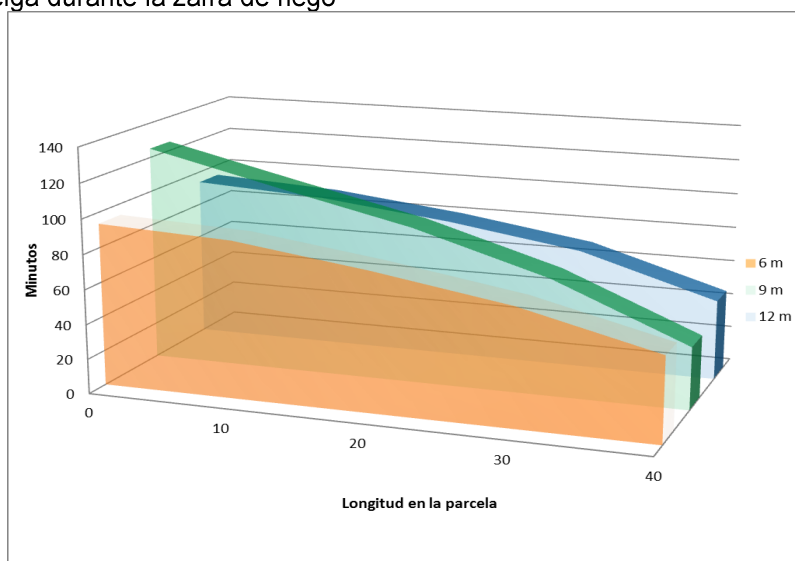


Figura 3: Tiempos de oportunidad promedio para los tres tratamientos 6m, 9m y 12m regados, Salto 2012.

El -"tiempo de oportunidad"- de infiltración de agua en la parcela, surge de la diferencia entre el tiempo de avance y el tiempo de receso del agua en superficie. En este caso se observa un mayor tiempo de oportunidad en el tratamiento de 9m de ancho de melga, lo cual se explica por el menor caudal de agua en la cabecera de cada parcela lo cual generó una velocidad de avance menor y por ende un mayor tiempo de riego. Esto lleva a suponer que obtendríamos una mayor infiltración de volumen de agua en profundidad.

Fueron realizados cinco cortes de la pastura durante el ciclo de riego (octubre de 2010 a marzo de 2011). Los resultados de la producción de forraje son presentados en la figura 4.

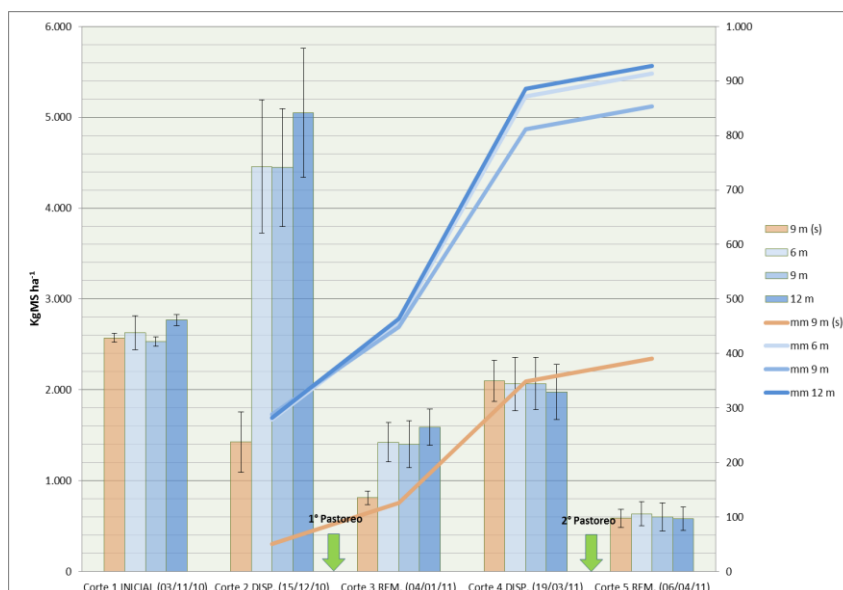


Figura 4: Producción de materia seca (MS) en Kg ha⁻¹ en 5 momentos (1 Inicial, 2 Disponibles y 2 Remantes); con detalle del acumulado de precipitación + riego en los momentos de corte para cada uno de los tratamientos.

Los diferentes momentos de corte corresponden a: Corte 1 INICIAL (03/11/10) – representa el total de MS a inicios del ensayo sin ningún riego realizado ni precipitaciones acumuladas. La producción de materia seca en este corte no tuvo diferencia significativa, lo cual demuestra la homogeneidad de producción entre las diferentes parcelas de los tratamientos; Corte 2 DISP. (15/12/10) – corresponde al primer disponible previo al ingreso de lanares a realizar el primer pastoreo; Corte 3 REM. (04/01/11) – es el remanente del pastoreo realizado; Corte 4 DISP. (19/02/11) – corresponde al segundo disponible previo al ingreso de lanares a realizar el segundo pastoreo; Corte 5 REM. (06/04/11) - es el remanente del segundo pastoreo y final. En líneas están representados los milímetros acumulados (riego + precipitación) de los distintos cortes.

La diferencia entre los tratamientos de ancho de melga regados para Corte 2 vs Corte 1 se obtuvieron 6,6 Kg MS ha⁻¹ por cada milímetro de agua (riego + precipitación). Los cortes de la pastura en la parcela de secano (solo agua de lluvia) fue observada la senescencia de la pastura al llegar al momento del Corte 2.

Al analizar la diferencia sobre los tratamientos de ancho de melga regados entre Corte 4 vs Corte 3 se obtuvo por cada milímetro de agua (riego + precipitación) 1,3 Kg MS /ha. Esta diferencia observada en la eficiencia de uso del agua, a favor del primer período en cuestión puede estar explicada en parte por las condiciones de altas temperaturas que ocurrieron durante enero y febrero, las cuales pudieron afectar el desempeño de una especie templada C₃ como es el caso de trébol blanco (especie de mayor aporte de la mezcla).

La figura también muestra al momento del Corte 4 que no se observó diferencia significativa en la producción de forraje (kg de MS ha⁻¹) entre el tratamiento de ancho de melga sin riego vs los tres tratamientos de ancho de melga que fueron regados. El tratamiento sin riego experimentó una invasión de especies C₄ (*Digitaria sanguinalis* – Pasto blanco y *Echinochloa cruz-galli* – Capín) que lograron una efectiva colonización del área que por el déficit hídrico ocurrido anteriormente estaba desprovista de especies forrajeras que generaran una competencia para evitar el desarrollo de estas especies altamente invasoras y colonizadoras con altas tasas de crecimientos estivales. La aparición y dominancia de estas especies se vio favorecida por las precipitaciones surgidas a partir del mes de enero en adelante.

Conclusiones

No existió diferencia significativa entre los diferentes anchos de melga en cuanto a la cantidad de agua aplicada, lo cual anchos mayores (12 m) de melga significan menor número de melgas con un costo de energía de preparación de las melgas menor y menor costo del riego por la utilización de menos compuertas por área de riego.

La producción de forraje aumentó significativamente en las parcelas regadas en relación al testigo que recibió solamente agua de lluvia, durante el período de evaluación (octubre 2010 a marzo 2011)

Dicho aumento de producción de forraje provocado por el riego fue de 53 % más de materia seca con respecto al tratamiento de secano.

Bibliografía

García C. (2010). "Estrategias para la incorporación del riego en sistemas de producción extensivas". En: Potencial del riego extensivo en cultivos y pasturas. Editorial Imprenta Boscana SRL. 135-140 pp.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de la empresa Donistar S.C., en especial al Ing. Agr. Bernardo Böcking.

El presente proyecto fue financiado por INIA. Fontagro y Donistar S.C.

RESPUESTA AL RIEGO SUPLEMENTARIO EN PASTURAS ARTIFICIALES EN EL NORTE DE URUGUAY⁶

A. Corcoll⁷, M. Malvasio², M. García Petillo⁸, C. García⁹, S. Saldanha¹⁰

Introducción

En Uruguay el riego es utilizado de manera de complementar las lluvias en el período primavera-estival, ya que no son suficientes para satisfacer la demanda de las pasturas durante ese período. Existen pocos estudios publicados a nivel nacional sobre la respuesta de materia seca de pasturas convencionales al agregado de agua vía riego en condiciones de pastoreo.

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la respuesta al riego de una pastura de trébol blanco, lotus y raigrás inserto en una rotación arroz-pastura.

Materiales y Métodos

El experimento fue realizado durante el período de octubre de 2011 a marzo de 2012, en el establecimiento "El Junco", ubicado en la Colonia A. Rubio, departamento de Salto, sobre un Vertisol Háptico de la Unidad Itapebí - Tres Árboles. El suelo se caracteriza por alto contenido de materia orgánica, alto porcentaje de saturación de bases, textura arcillosa, de drenaje moderadamente bueno a bueno. La profundidad del horizonte A es de aproximadamente 80 cm. La pastura convencional estaba compuesta por raigrás, lotus y trébol blanco, sembrada en marzo de 2009.

Características del experimento

El diseño experimental fue de parcelas al azar con tres repeticiones donde los tratamientos fueron diferentes láminas de riego que se aplicaban de acuerdo a la demanda estimada por la ecuación de Penman-Monteith, donde se regaba toda vez que la evapotranspiración de referencia alcanzaba los 20, 40 y 60 mm; más un tratamiento en seco que recibió solamente el agua de lluvia. El largo promedio de las melgas fue de 45 m y el ancho de las mismas fue de 9 m. La pendiente promedio de las mismas fue de 1.3%.

Los riegos fueron aplicados en el mes de enero debido a las precipitaciones ocurridas en primavera y luego en verano a partir del 1 de febrero de 2012.

⁶ Este trabajo es parte de la tesis de grado de Ing. Agr. de Maximiliano Corcoll y Marcelo Malvasio.

⁷ Estudiantes de Tesis, Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay.

⁸ Prof. Dr. Cátedra de Hidrología, Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay.

⁹ Ing. Agr., Dr., Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental, INIA Las Brujas. Uruguay.

¹⁰ Prof. Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay

Determinaciones:

Las determinaciones realizadas al cultivo fueron dos cortes de la pastura para estimar la producción de materia seca total por tratamiento, realizados entre octubre de 2011 y marzo de 2012.

Las determinaciones de riego fueron: curva de avance, curva de recesión, contenido de humedad en el suelo antes y después del riego en todo el perfil hasta los 80 cm, caudal de entrada en cada parcela, lámina infiltrada y uniformidad de aplicación del agua en cada tratamiento.

Se determinó también la curva característica de agua en el suelo en todo el perfil así como la infiltración de agua en el suelo.

Resultados y Discusión

Se presenta en la figura 1, las precipitaciones ocurridas en el local del experimento entre los meses de octubre de 2011 y marzo de 2012, y la evapotranspiración de referencia estimada en el mismo período.

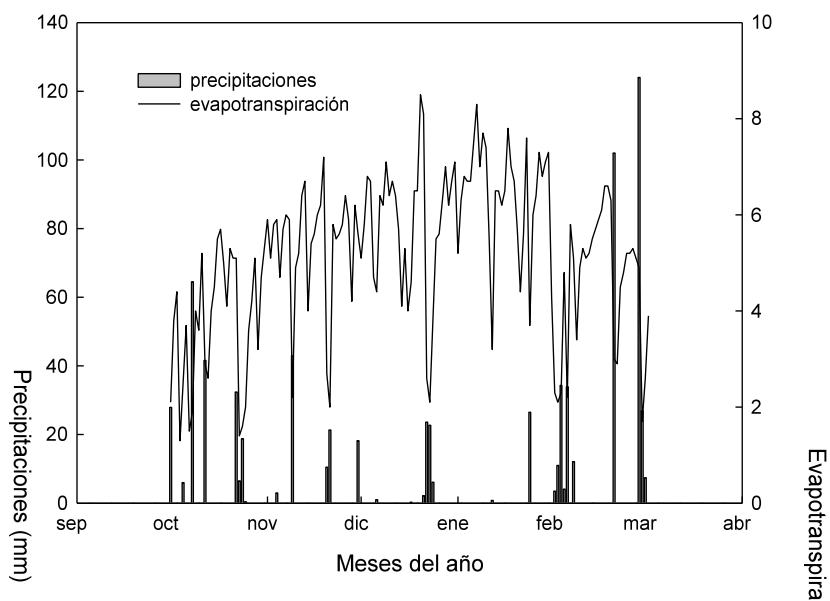


Figura 1: Precipitación y evapotranspiración de referencia entre los meses de octubre de 2011 y marzo de 2012, Salto 2012.

Las precipitaciones ocurridas en octubre (198 mm) fueron muy superiores a la demanda de agua de la pastura por lo que el perfil del suelo tuvo un nivel de contenido de humedad durante todo el mes cerca del límite superior de agua en el suelo. En el mes de noviembre las lluvias alcanzaron casi los 100 mm por lo que al igual que durante la primera mitad del mes de diciembre no hubo necesidad de aplicar riego. El valor promedio de la evapotranspiración de referencia fue de 5.1 mm durante todo el período de estudio. El período crítico fue entre el 25 de diciembre de 2011 y el 24 de enero de 2012 donde no ocurrieron precipitaciones y la evapotranspiración de referencia fue de 197 mm.

La tabla 1 presentada a continuación muestra la lámina de riego aplicada promedio a cada tratamiento, el caudal de entrada utilizado y el número total de riegos aplicados a cada uno de los tratamientos

Tabla 1: Lámina aplicada (mm) promedio a cada tratamiento y número de riegos realizados para cada tratamiento durante la zafra 2011-12, Salto 2012.

Tratamientos (mm)	Lámina de riego (mm)	Nº de riegos
0	0	0
20	323	10
40	235	4
60	206	3

Para el total del período del ensayo (octubre 2011 a marzo de 2012) se aplicaron 323, 235 y 180 mm para los tratamientos de 20, 40 y 60 mm de la evapotranspiración de referencia. Para ese mismo período las precipitaciones fueron 734 mm y la evapotranspiración de referencia fue de 792 mm.

La producción en el corte del mes de octubre es presentado en la tabla 2, donde no fueron observadas diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual demuestra por un lado la homogeneidad entre tratamientos y bloques para minimizar las variaciones extra tratamientos y por otra parte la recuperación en el período invernal de la pastura.

Tabla 2. Producción de materia seca (kg ha⁻¹) promedio de la aplicación de los tratamientos de riego para el mes de octubre 2011 y marzo 2012, Salto 2012.

Tratamientos	oct-11	mar-12
0	2880 a	897 a
20	2855 a	2615 b
40	2843 a	2564 b
60	2651 a	2519 b

Letras en columnas seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas con una $p < 0.05$ según test DMS.

El efecto del riego desde octubre a marzo provocó un aumento de aproximadamente 1800 kg de materia seca por hectárea, esto significó un aumento de producción de forraje provocado por el riego de casi 3 veces más que en secano (figura 2).

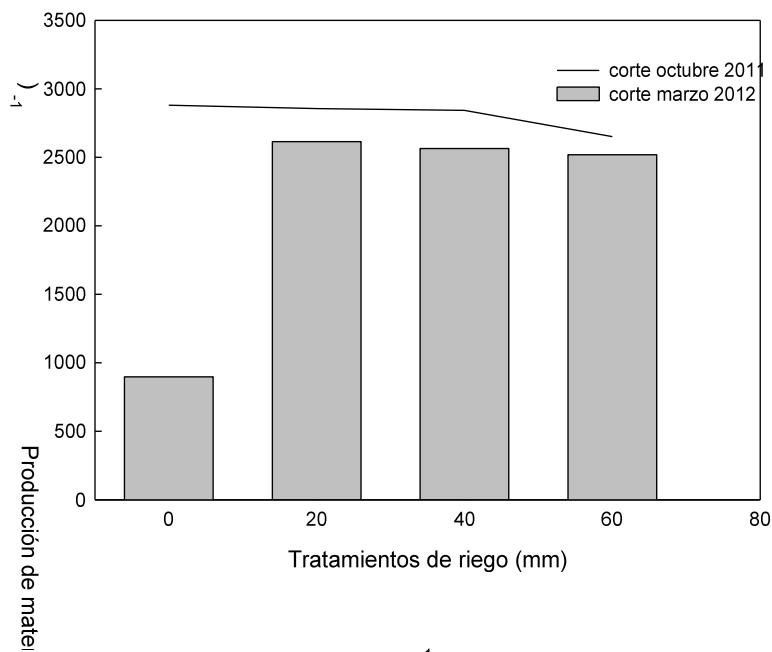


Figura 2: Producción de materia seca (kg ha⁻¹) en dos cortes (octubre 2011 y marzo 2012), Salto 2012.

La eficiencia de aplicación de agua via riego por superficie fue de más del 70% en el promedio de los tratamientos aplicados. La eficiencia en el uso del agua por parte de la planta fue de 10 a 1 (kg de MS vs mm aplicado) aumentando ese valor cuando solo comparamos el período de riego.

La respuesta al riego fue positiva, sin embargo al aumentar el riego no necesariamente se reflejó en un aumento en la producción de la materia seca entre los diferentes tratamientos de aplicación de agua. Esto es importante para el dimensionamiento de los sistemas y principalmente para el manejo posterior a campo de cuando y cuanto regar.

Conclusiones

La producción de forraje aumentó significativamente en las parcelas regadas en relación al testigo que recibió solamente agua de lluvia, durante el período de evaluación (octubre 2011 a marzo 2012).

La producción de forraje cuando se repuso láminas de riego cada 60 mm de evapotranspiración no difirieron significativamente entre los tratamientos con mayor cantidad de agua.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de la empresa Donistar S.C., en especial al Ing. Agr. Bernardo Böcking.

El presente proyecto fue financiado por INIA. Fontagro y Donistar S.C.