Eficiencia en el uso de agua para la producción de carne en sistemas irrigados con diferentes niveles de intensificación

MIÑÓN, D.P.[1]; ZAPATA, R.R.[2]; GALLEGO, J.J.[3]

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es comparar la cantidad de agua que se utilizaría para la producción primaria (t MS ha^{-1}) y secundaria (kg carne ha^{-1}) en áreas regadas del Río Negro en modelos ganaderos pastoriles dinámicos que simulan distintos grados de intensificación: I Producción estacional de carne (240 días) con pasturas base alfalfa (PEO); II Idem I maximizando la eficiencia de todos los procesos; III Producción anual de carne (365 días) con pasturas PEO + pasturas otoño-inverno-primaverales (OIP); IV PEO + OIP + suplementación con maíz; V Pasturas PEO + doble cultivo (verdeos de invierno + verdeos de verano). Con el modelo I se producen 12 t MS ha^{-1}, se predicen 399 kg de carne ha^{-1}, se producen 10,5 kg MS mm^{-1} y se utilizan 29 m^3 de agua kg de $carne^{-1}$; modelo II: 19 t, 798 kg, 15 kg MS y 16 m^3; modelo III: 14 t, 1188 kg, 11 kg MS y 11 m^3; modelo IV: 14 t, 1392 kg, 11 kg MS y 10 m^3 y modelo V: 24 t MS ha^{-1}, 2152 kg de carne ha^{-1}, 18 kg MS y 6,5 m^3 kg de $carne^{-1}$. Se concluye que existe un amplio margen para incrementar la producción de forraje y carne en los valles regados de la Patagonia haciendo un uso más eficiente del agua aplicando tecnologías disponibles.

Palabras clave: modelos simulación, bovinos, riego, medioambiente, producción de carne.

ABSTRACT

The aim of this study is to compare the amount of water used in primary production (t DM ha^{-1}) and meat production (kg ha^{-1}) in the Río Negro irrigated areas in livestock grazing dynamic models that simulate different degrees of intensification: I seasonal meat production (240 days) alfalfa based (PEO) pastures; II Idem I maximizing the efficiency of all processes; III annual meat production (365 days) with PEO + autumn-winter-spring (OIP) pastures; IV PEO + OIP + corn supplementation ; V Pastures PEO + double cropping (winter + summer). Model I produced 12 t DM ha^{-1}, predicted 399 kg meat ha^{-1}, produced 10.5 kg DM mm^{-1} and used 29 m^3 of water meat kg^{-1}; model II: 19 t, 798 kg, 15 kg DM and 16 m^{-3}, model III: 14 t, 1188 kg, 11 kg DM and 11 m^{-3}; model IV: 14 t, 1392 kg, 11 kg DM and 10 m^3 and model V 24 t DM ha^{-1}, 2152 kg of meat ha^{-1}, 18 kg DM and 6.5 m^3 kg of $meat^{-1}$. In conclusion, there is an wide range to increase forage production and meat in irrigated valleys of Patagonia making more efficient use of water resources.

Keywords: *simulation models, cattle, irrigation, environment, meat production.*

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Valle Inferior, Convenio Pcia. Río Negro-INTA. Universidad Nacional de Río Negro (UNRN). Ruta Nac. N° 3 km 971, Camino 4 IDEVI (8500), Viedma, Río Negro.
Correo electrónico: minon@inta.gob.ar
[2]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Valle Inferior, Convenio Pcia. Río Negro-INTA.
[3]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA), Valle Inferior, Convenio Pcia. Río Negro-INTA. Universidad Nacional del Comahue (UNCo).

Recibido 17 de octubre de 2016 // Aceptado 28 de febrero de 2018 // Publicado online 01 de agosto de 2018

INTRODUCCIÓN

La ganadería en sistemas irrigados requiere de estrategias científicas integrales que permitan incrementar la producción sin perder de vista la conservación y mejora de los recursos naturales involucrados (Steinfeld *et al.,* 2006). Los mayores niveles de producción de alimentos están asociados al aumento del flujo de nutrientes y energía y al incremento de riesgos de deterioro ambiental (Tilman *et al*., 2001).

En los sistemas ganaderos, el agua aplicada es el mayor costo en términos del volumen empleado. Considerando la superficie que ocupan y el crecimiento futuro de las superficies intensivas de forrajeras, será necesario mejorar la productividad del agua (FAO, 2002). La producción de forraje en sistemas irrigados para ser transformado en carne tiene un alto costo de oportunidad ya que compite con la producción de alimentos para consumo humano (FAO, 2002).

En el Valle Inferior del Río Negro (VIRN) el 78% de la superficie regada está dedicada a forrajes, principalmente alfalfa y pasturas plurianuales para henificar y para producción de carne (Di Nardo *et al*., 2006/07). Las cargas promedio de los sistemas ganaderos son bajas (1,8 a 2,2 EV ha^{-1}- 2003-09) (La Rosa *et al*., 2010). La carga animal es el principal factor determinante de la producción por hectárea y del sistema (Shalloo, 2009).

El objetivo de este trabajo es comparar la cantidad de agua que se utilizaría para la producción primaria (kg MS ha^{-1}) y secundaria (kg carne ha^{-1}) en áreas regadas del río Negro en modelos ganaderos pastoriles que simulan distintos grados de intensificación de uso de los recursos forrajeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se simularon modelos de producción de carne en sistemas irrigados (tabla 1) con datos de producción y distribución estacional de forraje (kgMS ha^{-1} mes^{-1}) de experimentos en parcelas de corte de alfalfa (Gallego *et al*., 2014; Gallego y Miñón, 2016), alfalfa-festuca (Enrique y Miñón, 1997; Ozcariz y Miñón, 1997), cultivares de trébol blanco (Barbarossa *et al*., 2013), trébol blanco-festuca (Enrique y Miñón, 1995) y cultivares de festuca continentales y mediterráneas (Miñón *et al.*, 2013). Por un lado, se contaba con curvas de crecimiento de cultivares de festuca, trébol blanco y alfalfa (Sevilla *et al*., 1997a), y secuencias de doble cultivo en siembra directa de maíz o sorgo forrajero combinado con avena, o cebada, destinándose ambos tipos de verdeos para silaje (Colabelli *et al.*, 2016). El riego de los experimentos se realizó mediante sistema gravitacional con sifones, distribuyendo el agua en tablones con pendiente longitudinal (Pascual, 1993). Para todos los experimentos se disponía de la cantidad de riegos realizados. Las láminas aplicadas se estimaron en 120 mm en función de mediciones realizadas por Lui *et al*. (2012) en establecimientos del VIRN en pasturas similares.

Por otro lado se disponía de información sobre cargas, ganancia de peso, períodos de utilización, producción de carne y elaboración de reservas en pasturas de alfalfa-gramíneas (Sevilla *et al*., 1996; Kugler y Barbarossa, 1998; Garcilazo *et al*., 2005), trébol blanco-gramíneas (Montico y Rodriguez, 2015) y pasturas base alfalfa suplementadas con grano de maíz (Garcilazo *et al*., 2003; Garcilazo *et al*., 2005; Garcilazo y Barbarossa, 2007). Se conocía el desempeño de bovinos consumiendo silajes de sorgo y maíz (Garcilazo *et al*., 2012; Neira Zilli *et al*., 2012) y de avena y cebada (Elizalde y Gallardo, 2003).

La evapotranspiración potencial del VIRN (1965-2008) calculada por distintos métodos (Blaney y Criddle, Papadakis y Turc) es superior a los 1000 mm, y el aporte de lluvias promedio es de 408 mm (Martín, 2009). Se consideró que un 74% de las precipitaciones son efectivas (método del porcentaje fijo: FAO, 1992) lo que representaría 302 mm aunque la dotación normal de riego es de 700 mm para cultivos de probable implantación en la zona. Dado que el déficit hídrico es permanente el riego que debe aplicarse es integral (Martínez *et al*., 2012).

La simulación de los modelos se realizó mediante planilla de cálculo electrónica del programa Microsoft ® Excel 2010 en los que se procesaron los datos provenientes de los experimentos mencionados. Mediante un cuadro de doble entrada en las columnas se ubicaron los modelos y en las filas los principales componentes: producción primaria y secundaria y agua utilizada.

Se consideró la producción de los distintos recursos forrajeros, su distribución mensual (t MS ha^{-1}) y el forraje cosechado según la eficiencia establecida (t MS ha^{-1}) en cada modelo. En la producción secundaria se consideró la carga animal (animales ha^{-1}), ganancia de peso (kg animal $día^{-1}$), pesos de ingreso y egreso (kg), duración del ciclo productivo (días), producción de carne por animal y por hectárea (kg carne $animal^{-1}$; kg carne ha^{-1}), la eficiencia de conversión utilizada fue de 10:1. En el componente agua utilizada se consideró la precipitación efectiva (m^3), riegos aplicados (m^3) y el consumo de agua por animal (m^3) (10% del peso vivo). En el modelo IV se consideró el aporte de agua virtual con el maíz "importado" al sistema (900 l $kg\ grano^{-1}$).

Modelos

En la base de los modelos se ubica el sistema típico del VIRN, que consiste en una invernada corta de vaquillonas de 240 días que se alimenta con pasturas de alfalfa-festuca en regular estado caracterizado por La Rosa *et al*. (2010). La eficiencia de cosecha aplicada fue del 60%.

El segundo sistema es similar: invernada corta de vaquillonas pastoreando alfalfa-festuca fertilizada (20 kg P en la siembra). Este sistema presenta una pastura más productiva de 17 t MS ha^{-1}, mayor carga animal, eficiencia de cosecha del 70% y la conservación como heno de los excedentes de primavera. Asimismo se aplicó un riego adicional.

El tercer modelo es un sistema de invernada larga que combina pasturas primavera-estivo-otoñales (PEO) con otras de ciclo otoño-inverno-primaveral (OIP) fertilizadas

Sistemas productivos	Modelo I Invernada corta vaquillonas	Modelo II Invernada corta intensiva de vaquillonas	Modelo III Invernada larga de vaquillonas	Modelo IV Invernada larga novillos suplementados	Modelo V Invernada larga novillos y doble cultivo
Recursos Forrajeros	Alfalfa+Festuca	Alfalfa+Festuca	Alfalfa+Festuca / Festuca mediterránea+ Trébol)	(Alfalfa+Festuca)+ (Festuca mediterránea+Trébol)+ suplementación maíz	(Alfalfa+Festuca)+ Maíz/ Sorgo+Avena/ Cebada
Duración ciclo (días)	240	240	365	365	365
Carga (animales . ha^{-1})	3	6	6	6	8
Biomasa animal promedio (kg ha^{-1})	799	1599	1494	1596	2356
Agua proveniente de riego (mm ha^{-1})	840	960	960	960	1040

Tabla 1. Característica de los modelos formulados.

a la siembra. Las mezclas fueron alfalfa-festuca del tipo templado y festuca de tipo mediterránea-trébol blanco respectivamente. La relación PEO: OIP fue de 60:40%.

El cuarto sistema es una invernada larga de novillos con pasturas PEO y OIP, fertilizadas con P, a las que se les adiciona grano de maíz de producción externa para suplementación estratégica. En este modelo se produce durante 365 días. La suplementación puede hacerse durante la recría (mayo-agosto) en pasturas OIP o en otoño (febrero-abril) para alcanzar niveles comerciales de engrasamiento.

En quinto lugar se consideró la utilización de una pastura PEO + un doble cultivo forrajero: (verdeo de verano (VV) + verdeo de invierno (VI) en una invernada de novillos de 365 días. El porcentaje de superficie destinado a cada recurso (67-33%) se estimó de manera tal que los volúmenes de forraje producidos fueran similares en ambas áreas. Se combinaron maíz y sorgo fertilizados (300 kg de N ha^{-1}) con avena y cebada fertilizados (100 kg de N ha^{-1}) que se utilizaron para la confección de silajes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 puede observarse el agua que demandaría la producción de forraje y carne en los modelos propuestos. Aunque los requerimientos de agua para la producción de forraje y carne pueden variar, se estima que en promedio se necesitan entre 0,5-5 m^3 kg MS^{-1} y entre 13-35 m^3 kg carne^{-1} respectivamente (Barthelèmy *et al*., 1993; Renault y Wallender, 2000; Mekonnen y Hoekstra, 2012).

En los modelos planteados sería posible pasar de una producción de 10,5 a 18 kg MS mm^{-1} (tabla 2). Valores similares a los del Modelo I (MI) fueron informados por Godoy-Avila *et al.* (2003) quienes alcanzaron una producción de 10,7 kg MS mm^{-1} en México. Según Ochoa (1997) en California la relación oscila entre 12,5 y 14,3 kg MS mm^{-1}.

En MI la pastura PEO está por debajo de su potencial, se efectúan menos riegos, se utilizan bajas cargas y por ende la producción de carne es inferior. Diferentes estimaciones hacen referencia a una producción promedio para el VIRN de 300 kg carne ha^{-1} (Di Nardo *et al.*, 2006/2007; La Rosa *et al.*, 2010). En consecuencia MI reflejaría producciones superiores a las observadas y la eficiencia en la utilización del agua sería muy baja. A su vez el costo en m^3 por kg de MS de forraje producido es el más alto (tabla 2). La alfalfa es la más productiva de las especies perennes, puede superar las 20 t MS ha^{-1} (Gallego, 2014). En mezcla con gramíneas alcanza unas 17 t MS ha^{-1} (Sevilla *et al.*, 1997b). Las estimaciones de producción promedio incluyen sistemas con pasturas PEO y otras especies menos productivas como festuca o agropiro, muy difundidas en el VIRN.

Por un lado, incrementando la eficiencia de cosecha al 75% y aplicando los riegos correspondientes (Modelo II, MII), la cantidad de agua es un 48% menor respecto al MI y se puede duplicar la producción de carne ajustando el manejo de los recursos (tabla 2). Antecedentes en sistemas ganaderos experimentales y comerciales zonales mencionan rendimientos de 693 a 811 kg carne ha^{-1} utilizando pasturas de alfalfa-festuca en el Valle Bonaerense del Río Colorado (Sevilla *et al.*, 1996). Por otro lado Kugler y Barbarossa (1995) lograron 1070 kg de carne ha^{-1} en una pastura de alfalfa-agropiro. Se puede concluir que MII estima aceptablemente la producción de carne ha^{-1} respecto de los sistemas reales.

Al combinar pasturas PEO + OIP (Modelo III, MIII) se logra mayor estabilidad en la disponibilidad de forraje, valor nutritivo y en la carga animal (Montico y Rodriguez, 2015), lo que permitiría producir más de 1000 kg carne ha^{-1}. El agua empleada es un 31% menor respecto al MII lo que denota un mayor aprovechamiento atribuible a la ocupación continua de los lotes con material fotosintéticamente activo (tabla 2). Las pasturas OIP combinan festucas mediterráneas con trébol blanco que producen en otoño-invierno, alcanzando rendimientos entre 7-10 t MS ha^{-1} (Gallego *et al*., 2011). La producción se puede diferir logrando 3-4 t MS ha^{-1} entre marzo-agosto (Montico y Rodríguez, 2015).

Modelos	I	II	III	IV	V
Materia Seca (t MS ha^{-1})	12	19	14	14	24
Agua utilizada en la producción de forraje (m^3 t MS^{-1})	951	667	906	906	260
kg MS mm^{-1}	10,5	15	11	11	18
Carne producida (kg ha^{-1})	399	798	1188	1392	2152
Agua utilizada para producción de carne (m^3 kg carne^{-1})	29	16	11	10	6,5
Kg carne mm^{-1}	0,349	0,633	0,942	1,104	1,604

Tabla 2. Producción primaria (kg MS ha^{-1}), producción secundaria (kg carne ha^{-1}) y agua demandada para cada uno de los modelos propuestos.

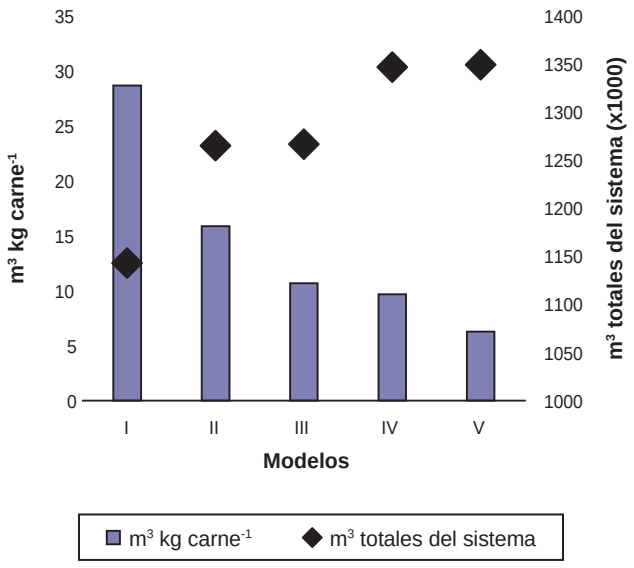

Figura 1. Producción primaria (kg MS ha^{-1}), producción secundaria (kg carne ha^{-1}) y agua demandada para cada uno de los modelos propuestos.

Durante el mismo período estas mezclas produjeron 33% más de forraje que una pastura PEO.

El Modelo IV (MIV) incorpora agua externa al sistema. Para producir una tonelada de cereal se requieren entre 900 y 3000 m^3 (FAO, 2012). Esto se traduce en una mayor producción de carne aunque la eficiencia en el uso del agua es similar al MIII. El agua importada al sistema representa un ahorro del recurso que puede destinarse a otros fines. Durante el otoño las pasturas poseen un alto contenido de proteína de alta degradabilidad ruminal y un bajo contenido de carbohidratos solubles (Pordomingo *et al*., 2008) que afectan las ganancias de peso vivo y la terminación comercial de los animales. A diferencia del modelo anterior en este se logra engrasar en forma correcta a los animales y se produce un 17% más de carne (tabla 2).

El Modelo V (MV) alcanzaría las mayores eficiencias en el uso del agua. El volumen empleado es mayor y permitiría casi multiplicar por cinco la producción (tabla 2). Parte de la ganancia se debe a la inclusión de especies C4 que son más eficientes en el uso del agua (Valenzuela *et al*., 2009). Los cultivos de maíz alcanzan producciones entre 18 y 35 t MS ha^{-1} y los sorgos entre 14 y 25 t MS ha^{-1} (Colabelli *et al*., 2016). Los verdeos de invierno para silaje (avena y cebada) proveen forraje verde y aceptable proteína bruta que podría ser utilizado durante otoño e invierno. Con estas especies se pueden obtener de 9 a 14 t MS ha^{-1} para ensilar (Colabelli *et al*., 2016).

En MV si bien el nitrógeno se aplica fraccionado para suplir gradualmente las demandas de los cultivos minimizando las pérdidas al ambiente, deberían efectuarse mediciones para conocer posibles externalidades negativas que afecten los cursos de agua (Gil, 2015). La intensificación de los sistemas de producción podría incrementar los flujos de energía y nutrientes provocando una exposición a procesos de contaminación (Viglizzo y Roberto, 1997). Cabe aclarar que los modelos son eficaces para estudiar el mérito relativo de diferentes alternativas de manejo de los sistemas más que para predecir los resultados exactos de estos (Fu, 2002).

La cantidad de agua utilizada en los modelos se incrementa al aumentar la complejidad de este verificándose una significativa diferencia en el volumen empleado por unidad de producto entre MI y MV. Obtener más de 1000 kg de carne ha^{-1} solo es posible con altos niveles de producción de materia seca, de eficiencia de cosecha del forraje producido y el empleo de altas cargas instantáneas.

Los sistemas bovinos cumplen un rol importante al evitar el efecto de una agricultura continua, ya sea con especies hortícolas o cereales anuales. Las pasturas controlan malezas, mantienen un ciclado de nutrientes y reincorporan parte de los extraídos por las plantas. Además mejoran las condiciones físicas del suelo y aportan nitrógeno mediante fijación biológica disminuyendo la necesidad de utilizar fertilizantes (Haynes y Williams, 1993; Díaz Zorita y Barraco, 2002; Eiza *et al*., 2005). La intensificación de la producción animal debe contar con esquemas de rotación adecuados, un monitoreo constante y tecnologías de control y reciclado de desechos para hacer frente a los desafíos ambientales que cada vez son más evidentes (Jobbágy, 2011).

CONCLUSIONES

El MI es el menos eficiente en la producción de forraje seguido por MIII y MIV que emplean pasturas PEO + OIP,

estas últimas estabilizan la producción anual de alimento, pero son menos productivas que las primeras. El MII presenta una eficiencia intermedia, factible de lograr con tecnologías de bajo costo, mientras que la inclusión de una gramínea C4 en MV maximiza la producción de materia seca y la eficiencia de uso del agua.

Los MI y II estacionales son menos eficientes en la utilización del agua para la producción de carne que los modelos anuales (III, IV y V) aunque el consumo total de agua no varió significativamente entre modelos.

La producción de carne aumenta con la intensificación del uso de los recursos entre los MI a MV, incrementándose la eficiencia del uso del agua en el mismo sentido.

Existe un amplio margen para incrementar la producción de forrajes y carnes en los valles de la Patagonia haciendo una utilización más eficiente del agua de riego. Realizar avances en esta dirección será imperioso en la medida que la disponibilidad del agua se torne limitante por la expansión de las áreas regadas.

BIBLIOGRAFÍA

BARBAROSSA, R.A.; GALLEGO, J.J. y MIÑÒN, D.P. 2013. Producción de forraje de cultivares de trébol blanco en valles norpatagónicos. En: MIÑÒN, D.P.; GALLEGO, J.J.; BARBAROSSA, R.A. (Eds.). Producción de forraje de especies y cultivares de leguminosas en valles regados norpatagónicos. Ediciones INTA. Información Técnica N.º 33, 25-31.

BARTHÈLEMY, F.; RENAULT, D.; WALLENDER, W. 1993. Water for a Sustainable Human nutrition: Inputs and resources analysis for Arid areas. UC Davis Internal report, p. 70.

COLABELLI, M.R.; NEIRA ZILLI, F.; BARBAROSSA, R.A.; GALLEGO, J.J.; MIÑÒN, D.P. 2016. Producción de forraje de secuencias de cultivos anuales y alfalfa bajo riego en el Valle Inferior del Río Negro. Resultados de tres años de evaluación. RAPA 36, 402.

DÍAZ ZORITA, M.; BARRACO, M. 2002. ¿Cómo es el balance de fósforo en los sistemas pastoriles de producción de carne en la región pampeana? Informaciones Agronómicas del Cono Sur 13, 8-10.

DI NARDO, Y.; LASCANO, O.; TAGLIANI, P.; VILLEGAS, M. 2006/2007. La Economía Agropecuaria bajo riego en el Valle de Viedma. Revista Pilquén, Sección Agronomía. Año VIII 8, 1-9.

EIZA, M.J; FIORITI, N.; STUDDERT, G.A.; ECHEVARRÍA, H.E. 2005. Fracciones de carbono orgánico en la capa arable: efecto de los sistemas de cultivo y de la fertilización nitrogenada. Ciencia del Suelo 23, 59-67.

ELIZALDE V, H.F.; GALLARDO, C. 2003. Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento. Agricultura Técnica v. 63, n.º 4. (Disponible: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000400006 verificado 10 de julio de 2017).

ENRIQUE, M.L.; MIÑÒN, D.P. 1995. Comportamiento de mezclas simples de tréboles y gramíneas irrigadas y pastoreadas con ovinos. Memorias XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal y 19 Congreso Argentino de Producción Animal. RAPA 15 (1), 55-59.

ENRIQUE, M.L.; MIÑÒN, D.P. 1997. Forage production of irrigated lucerne-grass mixtured grazed by sheep. Proceedings of the XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Manitoba, Saskatoon, Canadá.Volume 2 Session 29-Grazing Management, 125-126.

FAO. 1992. Cropwat. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego. FAO. Estudios Riegos y Drenajes N.º 46, pp. 23-24.

FAO. 2002. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje N.° 56, p. 299.

FAO. 2012. (Disponible: http://www.unwater.org/wwd12/campaign.html verificado 10 de marzo de 2016).

FU, M.C. 2002. Optimization for simulation: theory vs practice. Informs Journal on Computing 14, 192-215.

GALLEGO, J.J.; BARBAROSSA, R.A.; MIÑÒN, D.P. 2011. Comportamiento de variedades de trébol blanco (*Trifolium repens L.*) en condiciones de riego en el noreste patagónico (Argentina). Memorias de la XXII Reunión ALPA. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal Vol. 19 (1), 69.

GALLEGO, J.J. 2014. Red de evaluación de cultivares de alfalfa: Localidad Viedma. En: SPADA, M. del C. (Ed.). Avances en alfalfa. Ensayos territoriales. Red de evaluación de cultivares de alfalfa. Año 24. N.º 24, pp. 85-91.

GALLEGO, J.J.; MIÑÒN, D.P. 2016. La producción de alfalfa en el Valle Inferior del Río Negro frente al cultivo en otros ambientes de la argentina: resultados de una comparación. Revista Pilquén. Centro Regional Zona Atlántica. Universidad Nacional del Comahue 15 N.º 1. (Disponible: www.curza.net/revistapilquen/index.php/agro/article/view/160 verificado 10 de julio de 2017).

GARCILAZO, G.; KUGLER, N.; BARBAROSSA, R.; ELIZALDE, J. 2003. Suplementación de novillos en pastoreo en otoño con grano de avena y maíz. RAPA 23 (1), 84-85.

GARCILAZO, G.; KUGLER, N.M.; BARBAROSSA, R.A. 2005. Respuesta animal y consumo de novillitos suplementados con grano de maíz entero sobre pasturas de alfalfa y gramíneas en primavera. RAPA 21 (1), 83-84.

GARCILAZO, M.G.; BARBAROSSA, R.A. 2007. Consumo, ganancia de peso y rendimiento carnicero de novillos pastoreando alfalfa suplementados con grano de maíz o avena. RAPA 27 (1), 100-101.

GARCILAZO, M.G.; NEIRA ZILLI, F.A.; ANGELICCHIO, C.P. 2012. Alimentación a corral con silaje de sorgo o grano de maíz en la recría y su efecto sobre la terminación en pastoreo de alfalfa. RAPA 32 (1), 192.

GIL, R.P. 2015. El uso del agua en una agricultura sustentable. En: CASAS, R.; ALBARRACÍN, G.F. (Eds.). El deterioro del suelo y del ambiente en la Argentina. Tomo I. Centro para la Promoción de la Conservación del Suelo y del Agua, pp. 351-362.

GODOY AVILA, C.; PÈREZ GUTIÈRREZ, A.; TORRE, C.A.; HERMOSILLO, L.J.; ISIDRO REYES, J. 2003. Uso del agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. Agrociencia, 37 (2), 107-115.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. Advances in Agronomy 49, 119-197.

JOBBÁGY, E.G. 2011. Una mirada hacia el futuro. En: Viglizzo, E.F.; Jobbágy, E.G. (Eds.). Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico – ambiental, pp. 71-78.

KUGLER, N.; BARBAROSSA, R. 1995. Engorde de vaquillonas en una pastura de alfalfa y agropiro con dos niveles de uso. RAPA 15 (1), 59-92.

KUGLER, N.M.; BARBAROSSA, R.A. 1998. Producción de carne en dos sistemas de pastoreo rotativo sobre alfalfa. RAPA 18 (1), 220-221.

LA ROSA, F.; SANCHEZ, J.; MIÑÒN, D. 2010. Sistemas irrigados de producción bovina del Valle Inferior del río Negro. Es-

tructura y funcionamiento. Período 2003-2009. EEA Valle Inferior-Convenio Pcia. de Río Negro-INTA. Información Técnica N.º 30. Año 5 (12), p. 40.

LUI, E.N.; ROA, R.C.; MARTÍNEZ, R.S.; ZELMER, H. REINOSO, L.; D`ONOFRIO, M. 2012. Evaluaciones de riego parcelarias en el Valle Inferior del Río Negro, estrategias para la mejora de indicadores. En VI Jornadas de actualización en riego y fertirriego: prácticas para incrementar la productividad y asegurar la sostenibilidad del uso del agua y del suelo. Mendoza, Argentina. (Disponible: http://www.riegoyfertirriego.com.ar/VI_Jornadas/ResumenesVIJARF/VI-JARF_Resumenes2012.pdf verificado 10 de marzo de 2017).

MARTIN, D. 2009. Estadísticas climáticas del Valle de Viedma. EEA Valle Inferior-Convenio Pcia. de Río Negro-INTA. Información Técnica N.º 27. Año 4 (9), p. 80.

MARTÍNEZ, R.S.; MARGIOTTA, F.A.; REYNOSO, L.; MARTÍNEZ, R.M. 2012. Buscando alcanzar altos rendimientos del cultivo de maíz. Experiencias en los valles norpatagónicos. EEA Valle Inferior Convenio Provincia de Río Negro-INTA. 3.ª Reunión Internacional de Riego. Manfredi, Córdoba, (Disponible: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp inta_buscando_alcanzar_altos_rendimientos_del_cultivo.pdf verificado: 11 de julio de 2017).

MEKONEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystems, 15 (3), 401-415.

MIÑÓN, D.P.; BARBAROSSA, R.A.; GALLEGO, J.J. 2013. Producción de forraje de especies y cultivares de gramíneas en valles regados norpatagónicos. EEA Valle Inferior Convenio Provincia de Río Negro-INTA. Información Técnica N.º 34, 13-24.

MONTICO, M.L.; RODRIGUEZ, M.G. 2015. Beneficios del uso de pasturas base trébol en los sistemas ganaderos del Valle Bonaerense del Río Colorado. (Disponible: corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2015/12 verificado 7 de febrero de 2016).

NEIRA ZILLI, F.; GARCILAZO, M.G.; ANGELICCHIO, C.P. 2012. Recría de vaquillonas con tres fuentes de proteína sobre silaje de maíz. RAPA 32 (1), 193.

OCHOA, L.H. 1997. La alfalfa en Santiago del Estero. Alfalfa: 3.° Jornadas Técnicas del NOA. INTA-Subs. Prod. Pcia. S.E.-FAA/UNSE-CIASE: 22.

OZCARIZ, M.E.; MIÑÓN, D.P. 1997. Comportamiento de cuatro leguminosas intersembradas en una pastura de gramíneas en un suelo de granulometría pesada. Seminario Taller Internacional Argentino-Chileno. Intercambio de Experiencias de Pastoreo y Conservación de Forraje. III Reunión Grupo Regional Patagónico de Ecosistemas de Pastoreo. INTA-FAO-INIA, 51-54.

PASCUAL, B. 1993. El riego: principios y prácticas. Universidad Politécnica de Valencia, p. 401.

PORDOMINGO, A.J.; PORDOMINGO, A.B.; JUAN, N.A. 2008. Relación entre el aumento de peso de novillos sobre verdeos de invierno y parámetros de calidad del forraje. EEA Anguil-INTA. Boletín de Divulgación Técnica N.° 94, 27-29.

RENAULT, D.; WALLENDER, W.W. 2000. Nutritional Water Productivity and Diets: From «Crop per drop» towards «Nutrition per drop». Agricultural Water Management, 45, 275-296.

SEVILLA, G.; PASINATO, A.; GARCÌA, J.M.; IORIO, C. 1996. Invernada intensiva sobre pasturas irrigadas en el Valle Bonaerense del río Colorado. RAPA 16 (1), 46-47.

SEVILLA, G.H.; PASINATO, A.; GARCÍA, J.M. 1997a. Curvas de crecimiento de forrajeras templadas irrigadas. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 9, 91-98.

SEVILLA, G.; PASINATO, A.; GARCÌA, J.M. 1997b. Producción y calidad de pasturas cultivadas en Norpatagonia (Buenos Aires). Seminario Taller Internacional Argentino Chileno Intercambio de Experiencias de Pastoreo y Conservación de forraje. III Reunión Grupo Regional Patagónico de Ecosistemas de Pastoreo. INTA-FAO-INIA, 62-65.

SHALLOO, L. 2009. Pushing the barriers on milk costs/outputs. Teagasc National Dairy Conference. Mullingar and Killerney. 18 nov.,13-39.

STEINFELD, H.; GERPER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; DE HAAN, C. 2006. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Food and Agriculture of the United Nations, Roma, Italia, p. 493.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W.H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. Science, 292, 281-284.

VALENZUELA, C.; DELLA MAGGIORA, A.; ECHARTE, L.; CAMBARERI, M.; POLIZZI, M. 2009. Evapotranspiración y eficiencia en el uso de agua en intercultivos maíz-soja vs. cultivos puros. Meteorológica 34 (2). (Disponible: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-468X2009000200001 verificado 15 de julio de 2016).

VIGLIZZO, E.F.; ROBERTO, Z.E. 1997. El componente ambiental en la intensificación ganadera. RAPA 17, 271-292.