

USO DE RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES BONAERENSES PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA DE MAIZ Y TREBOL BLANCO REGADOS COMPLEMENTARIAMENTE

Génova, Leopoldo J. ^(1,2)

1. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 60 y 119 (1900) La Plata.
E mail: hidroagri@agro.unlp.edu.ar
2. Facultad de Agronomía. UBA. Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires.
E mail: lgenova@agro.uba.ar

RESUMEN

En las zonas húmedas, el riego complementario permite mantener el contenido hídrico del suelo dentro del rango de humedad fácilmente aprovechable por los cultivos, optimizando sus rendimientos fisiológicos y económicos, pero al competir con otros usos del agua, su aprovechamiento para riego debe planificarse con adecuadas metodologías de estimación de la oferta y demanda hídricas, además de programar la operación del riego en base a las características de los suelos, aguas, plantas y equipamiento, de manera de asegurar tanto el mantenimiento de la sustentabilidad de los agroecosistemas productivos como de los recursos hídricos. Con la hipótesis de aprovechar aguas y suelos sin generar impactos negativos, se caracterizaron la oferta hídrica de la Laguna Alsina, Pdo. de Guaminí, Pcia. de Buenos Aires y la máxima demanda hídrica de un modelo productivo integrado por cultivos de maíz y trébol blanco destinados a cosecha de semilla, compatibilizando con las láminas e intervalos de riego óptimos, operables con dos equipos de pivote central, uno que distribuye 400 m³/h en 150 ha por cada posición de traslado y otro de 330 m³/h para 78,5 ha, alimentados por bombas centrífugas y tomas flotantes en la laguna. El caudal máximo de bombeo es de 730 m³/h. La oferta hídrica se evaluó, por un lado, tomando en cuenta los volúmenes históricos de embalse, mínimos correspondientes a períodos secos (102 hm³) y medios para épocas normales (276 hm³) y por otro lado considerando la relación precipitación-escorrentía de la cuenca imbrífera como único aporte y las salidas por evaporación e infiltración del cuerpo de agua, resultando un saldo anual de 289 hm³. La demanda hídrica se estimó calculando las necesidades de riego de 450 ha de trébol y 157 ha de maíz, incrementadas asumiendo una eficiencia de aplicación del 85%, resultando un volumen anual requerido de 1,95 hm³, que representa el volumen máximo extraíble y significa el 0,019% y 0,007% de los volúmenes históricos mínimo y medio disponibles, respectivamente. Los indicadores de calidad del agua: pH=8,4; CE_a=1,2 dS.m⁻¹ y RAS=10,1 permiten clasificarla como apta para riego. Se concluye que los valores de oferta y demanda hídricas, las fracciones de extracción anual respecto de los volúmenes de embalse mínimos y medios y la calidad del agua, garantizan el aprovechamiento de las aguas de la laguna para riego complementario, sin alterar ni al ecosistema lacustre por el bombeo ni al agroecosistema, cuyos suelos regados mantienen su calidad debido a la resiliencia a cambios de salinidad y sodicidad.

Palabras clave: aprovechamiento de aguas lacustres, riego complementario.

INTRODUCCIÓN

El riego complementario RC permite, en las zonas húmedas, optimizar el rendimiento fisiológico y económico de los cultivos, mediante la regularización del régimen de humedad del perfil del suelo donde ocurre alrededor del 70% de la absorción de agua por las raíces de las plantas, manteniéndolo dentro del rango de humedad fácilmente aprovechable, eliminando la ocurrencia de déficit hídrico, principal factor de la producción vegetal. La factibilidad técnica, económica y financiera del RC de cultivos extensivos en la región núcleo maicera, fue demostrada con los resultados del Proyecto IICA-INTA (1988) y la sustentabilidad del sistema de manejo agronómico bajo riego complementario fue garantizada por Génova (2007).

El RC comenzó a incorporarse, en la región pampeana, al conjunto de prácticas de manejo agronómico de cereales, forrajeras y oleaginosas, a partir de la década de 1980, alcanzando actualmente un área bajo riego del orden de 166.000 ha en la Pcia. de Buenos Aires (PROSAP, 2006), pero al competir con otros usos del agua, su aprovechamiento para riego debe planificarse con adecuadas metodologías de estimación de la oferta y demanda hídricas, además de programar la operación del riego en base a las características de los suelos, aguas, plantas y equipamiento, de manera de asegurar tanto el mantenimiento de la sustentabilidad de los agroecosistemas productivos como de los recursos hídricos.

Una característica saliente de esta modalidad de riego es que, con una gran dependencia de la cantidad, intensidad y oportunidad de las lluvias y de la capacidad de almacenaje del perfil del suelo, las aplicaciones de agua mediante distintos métodos, deberían realizarse cuando la humedad del suelo alcanza el extremo mínimo del rango óptimo (umbral crítico), cuya magnitud varía con las etapas fenológicas de los cultivos. Cuando estos transitan períodos de elevada sensibilidad al déficit hídrico, la magnitud del umbral, expresado en términos de contenido hídrico (% gravimétrico o volumétrico) o de tensión mátrica (kPa), es alto, cercano a la capacidad de campo, que define riegos frecuentes de láminas pequeñas, generando respuestas productivas máximas, cercanas al potencial genético de las plantas, aunque la cantidad total de agua regada no supere generalmente los 200 mm por campaña agrícola (Génova *et al*, 1986). Por lo tanto, el RC difiere del riego integral practicado en las zonas áridas, en el número de riegos y fundamentalmente en el volumen total de agua aplicada.

La principal fuente de agua de riego en la Pcia. de Buenos Aires es de localización subterránea, alojada en los acuíferos Pampeano, Puelche y otros regionales, la mayoría de naturaleza química bicarbonatada sódica, cuya aplicación disturba al recurso edáfico, aunque la resiliencia de los suelos Molisoles pampeanos mantiene la calidad y consecuentemente la excelente aptitud agrícola (Génova, 2003, 2006), pero también genera perjuicios como la depresión de los niveles piezométricos y la degradación salina de los acuíferos por sobreexplotación. El alumbramiento de aguas subterráneas implica costosas obras de perforación y equipamiento, además de incidir fuertemente en los costos totales de producción de los cultivos, debido al elevado costo de bombeo.

En cambio, los recursos hídricos superficiales bonaerenses, localizados en ríos, arroyos, canales y cuerpos lagunares, son escasamente utilizados, debido principalmente a la carencia de estudios hidrológicos y de obras hidráulicas de regulación, aunque presenten dos ventajas

comparativas respecto de la utilización de agua subterránea: los costos de captación, tanto de obras e instalaciones como de equipamiento y bombeo, son sensiblemente menores y la aptitud agrícola del agua para riego es generalmente mayor.

Génova (1998) y Génova *et al* (2000 a, 2000 b) reportaron el uso de aguas del A° Tapalqué y del Canal Piñeiro en el Pdo. de Gral. Alvear (Comarca hídrica del Salado-Vallimanca), produciendo más de 8 ton.ha⁻¹ de arroz e incluso recuperando suelos salinos y sódicos (Génova *et al*, 2001). Génova *et al* (2009) estudiaron el uso de algunas lagunas del Pdo. de Chascomús para regar hortalizas y Génova (2010) evaluó la factibilidad del aprovechamiento de las aguas embalsadas en la Laguna Alsina para el riego complementario de cultivos extensivos, en dos estancias ubicadas en el Pdo. de Guaminí.

Con el objetivo general de aprovechar aguas superficiales y suelos pampeanos sin generar impactos negativos ni en el ecosistema lacustre ni en los agroecosistemas, en este trabajo se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) cuantificar la oferta hídrica de la Laguna Alsina con criterio ecológico, b) estimar las necesidades de riego mensuales y la demanda hídrica máxima del modelo productivo integrado por cultivos de maíz y trébol blanco, destinados a cosecha de semilla, c) seleccionar el tipo y tamaño del conjunto de elementos integrantes del sistema de riego para la captación, conducción, control y distribución del agua de riego y d) establecer el programa de operación de riego en base a las características del equipamiento propuesto y a las relaciones agua-suelo-planta-atmósfera del sistema a manejar, definiendo láminas e intervalos de riego óptimos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron para regar 24 lotes agrícolas con aptitud de suelos para el cultivo de maíz, cercanos a la laguna, pertenecientes a las estancias linderas La Margarita y Lauquén, ubicadas en el Km 23 y 25 de la Ruta 65, respectivamente, Pdo. de Guaminí, Buenos Aires.

La oferta hídrica se consideró únicamente constituida por los volúmenes mínimos mensuales almacenados en la laguna, pues la lluvia se tomó en cuenta para calcular las necesidades de riego Nr. La precipitación efectiva Pe se estimó con el método del USDA, operado con el Programa Cropwat 8.0 (2010), con los promedios mensuales de precipitación del período 1961-1990 registrados en la Estación Meteorológica Cnel. Suárez del Servicio Meteorológico Nacional SMN (1995).

Se tomaron antecedentes de registros históricos de volúmenes embalsados y de la calidad del agua, reportados por López *et al* (1993), Toresani *et al* (1994), Van Eerden y Ledesma (1994) y Gernaldi *et al* (2006). También se estimó la recarga anual media de la laguna originada por las precipitaciones ocurridas en la cuenca hidrográfica, con el modelo de Ramsey, citado por Linsley *et al* (1977). Se establecieron tres situaciones de embalse de la laguna, máxima, mínima y media, representativas de épocas de excesos y déficit hídricos y normales, respectivamente.

La calidad del agua para riego se evaluó con los métodos del US Salinity Lab. (Richards, 1954) y de la FAO (Ayers y Westcot, 1988) en base a la conductividad eléctrica CE_a medida con conductímetro digital y la relación de adsorción de sodio RAS= (Na)/((0,5(Ca+Mg))^{-1/2}

(ec. 1), calculada con las concentraciones catiónicas obtenidas por espectrofotometría de muestras tomadas en tres oportunidades durante 2009. Además se consideraron datos analíticos antecedentes.

Se asumió que las necesidades de riego $N_r = E_{t_c} - P_e$ (ec. 2) representan la demanda hídrica y fueron evaluadas con la evapotranspiración de los cultivos E_{t_c} , estimada con el método de Penman-Monteith, operado por el programa Cropwat 8.0 (2010), con datos climatológicos de Cnel. Suárez, series 1961-1990 del SMN (1995).

Las láminas netas de riego d_n se calcularon aplicando el método edafológico (Génova, 1986), con datos de humedad a capacidad de campo W_c y marchitez permanente W_m , medidos en muestras de los horizontes superficial y subsuperficial de los suelos a regar, con el método de la olla y membrana de presión, de densidad aparente medida a campo con el método del cilindro, ambos siguiendo el Programa de Métodos Analíticos de Referencia de la AACCS (1995), de umbrales de riego entre 40 y 60 % y profundidades efectivas de raíces de 40 cm para trébol y 60 cm para maíz. Los intervalos de riego I_r se obtuvieron operando $I_r = d_n E_{t_c}^{-1}$ (ec. 3) y las láminas brutas de riego d_b se calcularon considerando una eficiencia de aplicación $E_{f_a} = 85\%$, $d_b = d_n E_{f_a}^{-1}$ (ec. 4).

Con la información agrohidrológica, ecofisiológica de los cultivos, edáfica e hidrológica consultada y generada, se construyeron balances hídricos mensuales atmosféricos y del suelo y comparó la oferta con la demanda hídrica.

Por último, se seleccionó el tipo y tamaño del conjunto de elementos integrantes del sistema de riego para la captación, conducción, control y distribución del agua de riego y se elaboró el programa de operación de riego, en base a las características del equipamiento propuesto y a las relaciones agua-suelo-planta-atmósfera del sistema a manejar, con el cálculo de láminas e intervalos de riego óptimos, compatibles con la tasa de aplicación de los equipos de pivote central, en función de los caudales de suministro.

RESULTADOS

Ubicada en el Pdo. de Guaminí, Pcia. de Buenos Aires, a $36^{\circ} 53'$ latitud Sur y $62^{\circ} 10'$ longitud Oeste, a 105 m snm, la Laguna Alsina pertenece a la Cuenca Endorreica del Sistema de las Encadenadas del Oeste, junto a las lagunas Cochicó, del Monte, del Venado y Epecuén. Recibe aguas de los arroyos Pescado, Cura Malal Grande y Sauce Corto, descarga hacia el Oeste a la laguna Cochicó y en el extremo Norte cuenta con un terraplén que evita la afluencia de aguas de la cuenca del río Salado y bombas hidráulicas que evacuan hacia ella. Formada sobre una llanura de escasa pendiente, actualmente se considera un Sistema Hídrico No Típico (Fertonani *et al*, 1983) pues carece de un área de captación bien definida y de una estructura de disipación lineal, organizada y jerarquizada.

No existen cauces definidos, por lo que la derivación de excedentes hídricos ocurre con anarquía, es indefinida e imprevisible y los escurrimientos son areales, mantiformes. El agua fluye preferentemente en sentido vertical, evaporándose e infiltrándose hacia las capas subterráneas, que al saturarse, disminuyen la velocidad de infiltración, generando el aumento del nivel de embalse.

Por lo tanto, el área del espejo de agua es variable, expandiéndose en épocas de excesos hídricos, alcanzando 133 km² y contrayéndose a 51 km² en épocas de sequía (Toresani *et al*, 1994). La profundidad consecuentemente también es muy variable, con máximos entre 3,5 y 6,5 m y una profundidad media entre 2 y 4 m. El volumen de embalse mínimo es de 102 hm³, máximo de 532 hm³ y medio de 276 hm³. Practicado un balance hídrico anual con datos medios de lluvias de 750 mm, área de cuenca imbrífera de 7.500 km² y coeficiente de escorrentía del 12%, resulta un aporte de 675 hm³. Restando la evaporación de 79 hm³ y la filtración de 7 hm³, queda un saldo de embalse anual de 589 hm³.

Los valores medios de los principales indicadores de salinidad y alcalinidad del agua fueron: pH = 8,4; CE_a = 1,2 dS.m⁻¹ y RAS = 10,1; resulta de Clase C3S2 según el US Salinity Lab. y de moderado riesgo de uso según la FAO, lo cual permite clasificarla como apta para riego. Los datos analíticos del agua provistos por distintas fuentes, figuran en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1. Datos analíticos del agua de la Laguna Alsina

Variable	Dimensión	Fuentes			
		MAA Año 2003	Lab. Azul Año 2004	UNLP Año 2009	Promedio
Total sales	g/l	1,02	0,89	1,10	1,00
pH	Unidad	8,86	8,40	8,00	8,42
CE	dS/m	1,07	1,14	1,41	1,21
CO3	meq/l	1,40	1,60	0,39	1,13
HCO3	meq/l	8,00	8,25	9,34	8,53
Cl	meq/l	2,70	3,70	3,10	3,17
SO4	meq/l	1,50	3,70	3,15	2,78
Na	meq/l	11,60	12,17	13,36	12,38
K	meq/l	0,30	0,28	0,54	0,37
Ca	meq/l	0,60	1,40	1,39	1,13
Mg	meq/l	2,30	1,75	1,56	1,87
RAS		9,60	9,69	11,00	10,10

En la Figura N° 1 se muestran la ubicación de las tomas de agua en la laguna y la disposición de los equipos de riego en los lotes de las dos estancias.

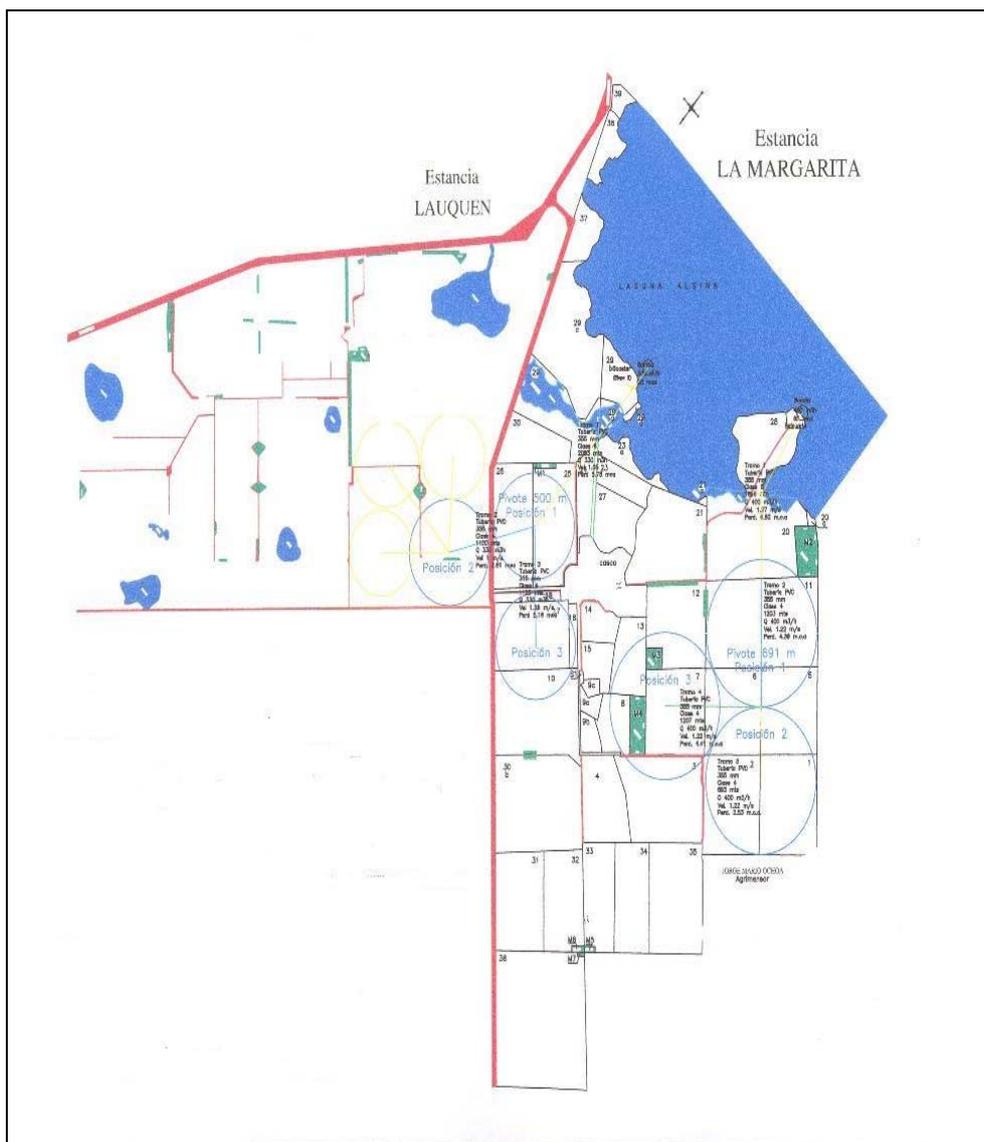


Figura N° 1. Ubicación de las tomas de agua y de los equipos de pivote central

Un total de 617 ha, integradas por 450 ha de trébol blanco y 157 ha de maíz para producción de semilla, se regarán con dos equipos de pivote central, uno de 11 torres y voladizo terminal, ala regadora de 691 m de longitud, que distribuye un caudal $Q = 400 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ en 150 ha, con una tasa máxima diaria de aplicación de 6,4 mm y otro de 9 torres y voladizo, ala de 500 m, $Q = 330 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ y tasa de $10,1 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$. Los pivotes se trasladarán a tres posiciones cada uno (Figura 1) y serán alimentados mediante una red de tuberías enterradas de PVC, que conduce el agua desde la laguna, captada en dos tomas flotantes y dos bombas centrífugas. En el Cuadro N° 2 constan los valores mensuales y anuales de las variables agrohidrológicas y el Cuadro N° 3 muestra las necesidades de riego y los volúmenes mensuales requeridos, correspondientes a la máxima superficie a regar.

Cuadro N° 2. Variables agrohidrológicas

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Año
Precipitación (mm)	73,9	88,2	92,5	81,7	48,5	29,6	30,4	30,4	50,7	87,7	99,1	87,8	801
Pe (mm)	65,2	75,8	78,8	71,0	44,7	28,2	28,9	28,9	46,6	75,4	83,4	75,5	702
Eto (mm/d)	5,8	5,1	3,6	2,2	1,3	0,9	1,0	1,8	2,7	3,6	4,6	5,4	
Eto (mm)	179,2	143,1	112,2	66,0	39,4	26,7	31,6	55,5	81,9	110,4	138,3	167,1	1151
kc trébol Año 1	0,00	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,60	0,70	0,80	0,90	0,90	0,75	
kc trébol Año 2	0,85	0,90	0,80	0,70	0,50	0,60	0,60	0,70	0,80	0,90	0,90	0,75	
Etc trébol Año1(mm)	0,0	50,1	44,9	29,7	19,7	16,0	19,0	38,8	65,5	99,3	124,5	125,3	633
Etc trébol Año2(mm)	152,3	128,8	89,8	46,2	19,7	16,0	19,0	38,8	65,5	99,3	124,5	125,3	925
kc maíz	1,20	0,90	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,75	0,90	
Etc maíz (mm)	215,0	128,8	78,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,1	103,7	150,4	721

Cuadro N° 3. Volúmenes requeridos para satisfacer las necesidades de riego y volúmenes de extracción por bombeo.

Mes	Trébol		Maíz		Volumen total m ³	Volumen de extracción m ³
	Nr mm	Volumen m ³	Nr mm	Volumen m ³		
Ene	102	461.134	176	276.719	737.852	543.120
Feb	62	280.440	62	97.842	378.282	378.282
Mar	13	58.108	0	0	58.108	58.108
Ago	12	52.639	0	0	52.639	52.639
Set	22	100.165	0	0	100.165	100.165
Oct	28	126.656	0	0	126.656	126.656
Nov	48	217.429	24	37.541	254.971	254.971
Dic	59	263.740	88	138.310	402.049	402.049
Año	347	1.560.311	351	550.412	2.110.724	1.915.991

Los volúmenes máximos mensuales que podrían captarse con el bombeo del caudal máximo $Q_{m\acute{a}x} = 730 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ en forma continua, siempre superan a los volúmenes mensuales requeridos para satisfacer las Nr de la máxima superficie a regar, salvo en el mes de enero, cuando ocurren las máximas Nr y sólo podrán bombearse 543.120 m^3 , que significan el 74 % de los 737.852 m^3 requeridos. Se asumió esta restricción operativa de correr el riesgo de insatisfacer las Nr en enero, debido a que es inviable económicamente aumentar los diámetros de cañería de los primeros tramos de los pivotes o generar altas pérdidas de carga, con lo cual no puede incrementarse el caudal de alimentación y consecuentemente el de bombeo.

Por lo tanto, el volumen anual de extracción es de $1,916 \text{ hm}^3$, que comparado con los volúmenes disponibles en las distintas situaciones de la laguna, significa fracciones de captación muy pequeñas (Cuadro N° 4).

Cuadro N° 4. Volúmenes de embalse de la Laguna Alsina

Situación de la laguna	Area espejo de agua ha	Profundidad media m	Volumen de embalse hm ³	Volumen de extracción hm ³	Fracción de captación
Mínima	5.100	2	102	1,916	0,019
Media	9.200	3	276	1,916	0,007
Máxima	13.300	4	532	1,916	0,004
Est. Ramsey			589	1,916	0,003

La programación operativa del riego se realizó calculando las láminas netas y brutas, intervalos y número de riegos, que se presentan en el Cuadro N° 5 y garantizan la factibilidad de regar óptimamente los cultivos propuestos con los caudales disponibles. El suelo más representativo de los lotes a regar es un Argiudol típico Serie Cascada (Carta de suelos de la R. Argentina, 1989), con $W_c = 20,7\%$ promedio ponderado de los horizontes A y B2t, $W_m = 11,7\%$, agua útil $AU = 9\%$ y $D_{ap} = 1,26 \text{ g.cm}^{-3}$. La humedad fácilmente aprovechable por el trébol, en 40 cm de profundidad de suelo con raíces activas, es de 45,4 mm y por el maíz, con 60 cm de profundidad, alcanza 68 mm.

Cuadro N° 5. Láminas netas y brutas, intervalos y números de riegos del trébol y del maíz.

Cultivo	Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Trébol	dn (mm)	18	18	18	23	27	27	27	23	20	18	18	18
	db (mm)	21	21	21	27	32	32	32	27	24	21	21	21
	Ir (días)	4	4	6	15	43	51	44	18	9	6	4	4
	N° riegos	8	8	5	2	1	1	1	2	3	5	7	7
Maíz	dn (mm)	27	27	44	0	0	0	0	0	0	15	25	31
	db (mm)	32	32	52	0	0	0	0	0	0	17	29	36
	Ir (días)	4	6	17	0	0	0	0	0	0	10	7	6
	N° riegos	8	5	2	0	0	0	0	0	0	3	4	5

CONCLUSIONES

Las magnitudes de la oferta y demanda hídricas, la fracción de extracción anual y la calidad del agua, garantizan el aprovechamiento de aguas de la Laguna Alsina con fines de riego, sin alterar ni al ecosistema lacustre por el bombeo ni al agroecosistema bajo riego, cuyos suelos mantienen su calidad debido a la resiliencia a cambios de la salinidad y la sodicidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayers, R. & D. Westcot.** (1987) *La calidad del agua en la agricultura*. Serie FAO Riego y Drenaje N° 29 rev.1. Roma.
- Carta de suelos de la República Argentina.** 1989. Escala 1:50.000. Hoja 3763. Instituto de Suelos. CIRN, INTA. Castelar.
- Fertonani, M.; H. Prendes** (1983) *Hidrología en áreas de llanura*. En: M. Fuschini Mejía (Ed.) *Hidrología de las Grandes Llanuras*. Actas Coloquio de Olavarría. 3:787-864.

- Génova, L.** (1986) *Cantidad y oportunidad de riego*. Boletín de divulgación técnica Año 1 N° 1. Facultad de Agronomía de la UNLP. 7:22 pp. La Plata.
- Génova, L.; J.E. Marassi, M. Etcheverry; W. Chale** (1998) *Optimización de la operación de riego complementario de cultivos extensivos en el Norte de Buenos Aires*. En Avances en el manejo del suelo y agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. ISBN N° 950-34-0124-0. Balbuena, Benez y Jorajuría editores. Congreso Latinoamericano de Ingeniería Rural CLIR '98. La Plata.
- Génova, L.** (1998) *Cultivo de arroz en la comarca del Salado-Vallimanca: la alternativa agrícola para el desarrollo de la Pampa Deprimida, Pcia. de Buenos Aires*. En Avances en el Manejo del Suelo y Agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. Balbuena, Benez y Jorajuría Editores. Editorial UNLP. Páginas 416-422. ISBN N° 950-34-0124-0. Noviembre de 1998. La Plata.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi; M. Etcheverry** (2000) *Aprovechamiento de suelos y aguas superficiales de Chascomús para la producción de arroz*. Comisión IV. Trabajo n°31. Resumen en Actas del XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Trabajo completo en CD ROM. Mar del Plata, 11-14 de abril de 2000.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi; M. Etcheverry** (2000) *Uso del agua superficial de Gral. Alvear (Bs. Aires) para la producción de arroz*. Resumen expandido publicado en Memorias del XVIII Congreso Nacional del Agua, Comisión Riego y Drenaje, pp 119-120 y trabajo completo en CDROM. ISBN 987-99083-4-1 (libro y CDROM). Termas del Río Hondo, Sgo. del Estero, 12 al 16 de junio de 2000.
- Génova, L.; J. E. Marassi, O. Maiola; W. Chale** (2001) *Recuperación de suelos sólicos mediante el cultivo de arroz de clima templado, regado con aguas superficiales*. Memorias del IV Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Vol 1 Comisión Riego y Drenaje. Trabajo N° 072, 301-304 pp. Chillán, Chile.
- Génova, L.** (2003) *Sustentabilidad de agroecosistemas bajo riego en la Pampa Húmeda Argentina*. 1er Congreso Internacional de Agroecología. Porto Alegre. Brasil, 18 al 21 de noviembre de 2003.
- Génova, L.** (2003) *Resistencia y resiliencia de suelos pampeanos a la degradación salina y sódica, disturbados por riego complementario*. Revista Facultad de Agronomía. 23 (2-3) 119:130. Buenos Aires.
- Génova, L.** (2006) *Sustentabilidad de agroecosistemas bajo riego complementario en la Pampa Húmeda Argentina*. Revista Brasileira de Agroecología. Noviembre de 2006. 1:1:71-74.
- Génova, L.** (2007) *Resiliencia a la degradación salina y sódica de algunos suelos pampeanos, regados complementariamente con aguas subterráneas bicarbonatadas sódicas*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Director: Dr. Mario A. Hernández. Codirector: Dr. Daniel Jorajuría Collazo. 195 pp y anexo.
- Génova L.; E. Soza; R. Andreau; M. Etcheverry; W. Chale** (2008) *Resistencia y resiliencia de Molisoles pampeanos regados complementariamente y su relación con la capacidad de intercambio catiónico*. Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje. Resumen pág. 405. Trabajo completo en CD-ROM. Potrero de Funes, San Luis. Mayo 13 a 16 de 2008.
- Génova, L.; R. Andreau; W. Chale; M. Etcheverry** (2009) *Aprovechamiento de aguas lacustres de Chascomús, Pcia. de Buenos Aires, para riego de hortalizas*. Libro de resúmenes del XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Sección horticultura, HT 47, pág. 419. Trabajo completo. Salta, 23 al 26 de septiembre de 2009.
- Génova, L.** (2010) *Aprovechamiento de aguas lacustres para riego complementario de maíz y trébol blanco*. Aceptado al XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 31 de mayo al 4 de junio. Rosario.

- Geraldi, A; M. Piccolo; M. Perillo.** (2006) *Análisis multitemporal de los usos del suelo mediante aplicación de teledetección y SIG. Lagunas Encadenadas del Oeste.* XXIII Reunión Científica de la Asoc. Arg. de Geofísicos y Geodestas. CRIBABB. Bahía Blanca.
- González, M. A.**(1993) *Las Encadenadas del oeste, las raíces del problema.* Agromercado, 7(80):8-14. Buenos Aires.
- Linsley, R, Kohler, M.; J. Paulus.** (1977). *Hidrología para ingenieros.* Ed. Mc.Graw-Hill.
- López, H; O. Padín; J. Iwaszkiw** (1993) *Biología pesquera de las Lagunas Encadenadas del Sudoeste de la Pcia. de Buenos Aires.* Dep. Científico Zoología de Vertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo UNLP. La Plata.
- Mirábile, C; L. Génova; J. Monteleone** (2007) *Validación del modelo Balansal en suelos con riego complementario en la Pampa Húmeda.* Comisión Riego y Drenaje. Congreso Nacional del Agua 2007. Tucumán, 15-18 de mayo de 2007. 16 pp.
- Programa Cropwat** versión 8.0. 2010. FAO. Roma.
- Programa de métodos analíticos** de referencia. 1995. AACS. Buenos Aires.
- PROSAP.** 2006. *Servir al agro.* SAGPyA, Ministerio de Economía y Producción de la Nación. Buenos Aires.
- Proyecto Estudio de factibilidad técnica, económica y financiera del riego complementario en la zona maicera típica de la Pcia. de Buenos Aires.** 1988. Informe final. Convenio IICA-SAGYP-INTA. Buenos Aires.
- Richards, L. ed.** (1956) *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos.* Manual de agricultura N° 60. Depto. de Agricultura de los EE.UU. Washington. 172 pp.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1995. Estadística climática, Est. Met. Cnel. Suárez. Buenos Aires.
- Toresani, N; H. López; S. Gómez.** (1994) *Lagunas de la Provincia de Buenos Aires.* Ministerio de Asuntos Agrarios. La Plata.
- Van Eerden, M. & C. Ledesma.** (1994) *The Lagunas Encadenadas del Oeste: Pearls of the Pampas. Ecological Aspects of Flood Control Alternatives for the Lagunas.* Ministry of Transport, Publics Works and Water Management. The Netherlands. 53 pp.