



Comportamiento y clasificación de riesgo freático Lavalle, Mendoza, Argentina

Water table behavior and classification of phreatic risk Lavalle, Mendoza, Argentina

Gonzalo Ortiz Maldonado ^{1,2}
Víctor Carmona ²

Originales
Recepción: 07/03/2008
Aceptación: 03/08/2008

RESUMEN

A partir de la información obtenida de la red georreferenciada de freatómetros se determinó el comportamiento de la profundidad freática en el Departamento Lavalle y en particular en el Distrito Costa de Araujo. Se agruparon las profundidades freáticas en intervalos 0,5 m desde la superficie hasta los 2,5 m. Se calcularon y analizaron las profundidades medias y mínimas de cada freatómetro para la serie 1983-2002 (19 años) y las medias correspondientes a marzo, junio, septiembre y diciembre. Utilizando el software Arc View se representaron gráfica y numéricamente las superficies de terreno para los diferentes intervalos. Con esta información se confeccionaron tablas de intervalos de profundidad freática y en base a ello se calificó el Riesgo Freático en Bajo, Medio y Alto, asumiendo un valor de profundidad mínima admisible de 1,5 m para prácticas de cultivos perennes. Se presenta la discusión referente a la salinidad de las aguas freáticas y su vinculación con la clorosis en vid.

Resultados: el 32 y 41% de las superficies del Distrito Costa y Dpto. Lavalle, respectivamente, tienen el nivel freático medio entre 1,5 y 2,0 m de profundidad, resultando el Riesgo Freático Bajo para el Distrito Costa y Medio para el Dpto. Lavalle; septiembre es el mes más crítico con el 43 y 40% de las superficies del Distrito Costa y Dpto. Lavalle, respectivamente, con niveles freáticos medios

ABSTRACT

According to the information obtained from a georeferenced network of piezometers, it was determined the water table depth behavior in the Department of Lavalle and specially in the District of Costa de Araujo. The water table depths were grouped at intervals of 0.5 m, from surface to 2.5 m deep. The minimum and medium depths of each piezometer were calculated from 1983 to 2002 and also the medium depths corresponding to the months of March, June, September and December. The surface for different intervals were represented graphic and numerically by the use of Arc View software. With this information there were made tables of water table depths intervals and based on them, the phreatic risk was classified into low, medium and high assuming 1.5 m as the minimum admissible depth value for perennial crops practices. A discussion on water table salinity and its connection with vine chlorosis is presented.

Results: 32 and 41% of the areas of the District Coast and Dpto. Lavalle, respectively, have the water table between 1.5 and 2.0 m deep, resulting Phreatic Low Risk for the District Coast and for the Middle Dpto. Lavalle; September is more critical with 43 and 40% of the areas of the District Coast and Dpto. Lavalle, respectively, with average groundwater levels between 1.0 and 1.5 m deep, resulting Risk Low water table for that month for the District Coast and High for the Dpto. Lavalle;

- 1 Cátedra de Hidrología Agrícola. Dpto. de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown 500. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina. M5528AHB.
- 2 Dirección de Gestión Hídrica. Departamento General de Irrigación. Av. España 1776. Mendoza. Argentina. M5500DWE. gortiz@irrigacion.gov.ar

entre 1,0 y 1,5 m de profundidad, resultando el Riesgo Freático para dicho mes Bajo para el Distrito Costa y Alto para el Dpto. Lavalle; la Subárea Costa posee las mejores condiciones de profundidad freática y edáfica para la agricultura del Departamento Lavalle; la red principal de colectores es insuficiente para producir el abatimiento general de los niveles freáticos del Departamento Lavalle.

the subarea Costa possesses the better conditions of phreatic and edaphic depth for the agriculture of the Department Lavalle; the main network of collectors is insufficient to produce the general depression of the phreatic levels of the Department of Lavalle.

Palabras clave

nivel freático • freátímetros • mapas de isobatas • salinización • intoxicación por cloruros • riesgo freático

Keywords

water table depth • piezometers • isobath maps • salinity • chlorosis • phreatic risk

INTRODUCCIÓN

El clima de la provincia de Mendoza es árido y en particular en el Departamento de Lavalle la precipitación media anual es de 200 mm. Los suelos corresponden a la zona de llanura con pendientes en general muy débiles, hacia el N y hacia el NE (0,2 y 0,1% respectivamente); son de naturaleza aluvial, fluvio-lacustre y en parte también eólico; la textura predominante es franco a franco-limoso con alternancia de capas de textura arcillosa, con concreciones y estrías salinas sobre arcilla plástica rojiza. De acuerdo con la clasificación utilitaria de suelos del Bureau of Reclamation son de clase 3 y 4, indicando la presencia de freática y las consecuentes limitaciones para la agricultura. Dichas limitaciones se evidencian por asfixia radicular y salinización de los suelos.

En general, los cultivos implantados en el Departamento de Lavalle se adaptan a las condiciones edáficas caracterizadas por suelos de texturas finas, estratificados y tolerantes a la salinidad, siendo los principales vid, ciruelo, pera y cultivos hortícolas tales como ajo, cebolla, tomate y melón.

Para evacuar las aguas freáticas de las zonas cultivadas, entre 1936-1940 se construyó una red de colectores evacuadores de 230 km de longitud. Algunos de ellos desaguan "a campo abierto" y otros a cauces naturales: Arroyo Tulumaya y Río Mendoza. Posteriormente se instaló una red de freátímetros que comprende gran parte del área cultivada del Departamento de Lavalle subdividida en tres Subáreas: Jocolí, Villa y Costa.

La realidad es que los niveles freáticos y la salinidad siempre fueron los aspectos limitantes para la práctica de la agricultura en el Departamento de Lavalle, constituyendo una permanente preocupación de los agricultores y siendo motivo de estudios e inversiones por parte de los organismos estatales.

El hecho de realizar el estudio en el Departamento de Lavalle y en particular en la Subárea Costa se debió a fines comparativos y porque se dispone de mejores antecedentes sobre la temática.

Antecedentes

En 1959, la Agencia de Extensión Luján de Cuyo del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) seleccionó el Distrito de Costa de Araujo para realizar el estudio denominado "Intoxicación salina de vides en Costa de Araujo, Mendoza" (1). El trabajo, de gran valor, consistió en observaciones y análisis de muestras de suelos (30 perfiles), aguas (de riego y freáticas) y hojas afectadas y sanas. Las conclusiones, entre otras, fueron las siguientes:

1. Existe relación entre los síntomas y las elevadas concentraciones de cloruros, boro y sodio en hojas, suelos y agua freática.
2. La absorción de cantidades excesivas de elementos tóxicos es consecuencia del deficiente drenaje natural de los suelos.
3. Las condiciones físico-mecánicas de los suelos, en cuanto dificultan un buen drenaje natural, favorecen la presencia de capas de agua próximas a la superficie, que perjudican las plantas por su alto contenido de los mencionados elementos.
4. Surge la necesidad de realizar prácticas adecuadas a las condiciones de la zona, así como un buen manejo del agua de riego. Debe efectuarse el drenaje artificial, lo cual requiere contar con una red pública de desagües en permanente y perfecto mantenimiento.

En el trabajo publicado por Nijensohn en 1960 (2), producto de observaciones realizadas durante 1953 a 1955 en varios Departamentos de la Provincia, entre ellas el Distrito de Colonia Italia ubicado en la Subárea Villa del Departamento de Lavalle, el autor señala que *"en cuanto a la textura, es considerada por nosotros un elemento importante pero no por sí misma, sino en relación con la facilidad de profundización de las raíces y la capacidad de ascensión de la napa freática. A nuestro entender la clave del problema está en la presencia de la napa freática en contacto con las raíces, asociada a un disturbio fisiológico en la planta que la lleva a absorber el agua directa y preferentemente de ella"*. Y agrega: *"Se concluye que el desarrollo de este proceso tóxico es independiente de la salinidad de la tierra pero está ligado a su textura en cuanto influye en la penetración de las raíces y a la profundidad de la napa freática salina. Se presenta donde las raíces de la viña se han puesto en contacto con la napa ascendida por exceso de lluvia, riego y deficiencias de drenaje"*. Entre las medidas de control aconsejadas enuncia que un *"remedio radical es lograr el descenso de la napa freática hasta niveles no peligrosos y tomar precauciones necesarias para impedir su posterior reascensión"*. En el mismo trabajo, el Dr. Nijensohn señala que *"las variaciones de los niveles freáticos producen mayores afectaciones a los cultivos que una freática de profundidad constante. Esto es debido a la falta de adaptación del sistema radical provocado por la alternancia de las condiciones de aerobiosis y anaerobiosis y por la selectividad a las sales que adquieren las raíces, provocando desequilibrios fisiológicos"* que inciden en los rendimientos hasta la muerte de los cultivos.

En un estudio de 1969, Nijensohn estimó ascensos capilares teóricos para diversas texturas señalando para el limo fino ascensos del orden de los 360 cm sobre el plano freático (3).

En 1983 y con el fin de disponer de registros permanentes que permitan elaborar series extensas y estadísticamente consistentes, el Departamento General de Irrigación (DGI) construyó la red freaticométrica en todo el área cultivada del Dpto. Lavalle (4). Fue proyectada a escala zonal y consistió en la instalación de 110 tubos de PVC ranurados de 3 m de profundidad, distanciados entre 2 a 2,5 km, georreferenciados y debidamente nivelados respecto del nivel del mar. La superficie de influencia de prospección freaticométrica de la red Dpto. de Lavalle es de 46.778 ha y se la subdivide en tres Subáreas denominadas Jocolí, Villa y Costa. El motivo de esta división se debe a que los aportes de agua de riego en cada Subárea provienen de diferentes canales. La superficie prospectada de la Subárea Costa es de 20.410 ha.

La salinidad de las aguas freáticas fue determinada por Ortiz Maldonado et al. (5): los valores medios de salinidad fueron de $15.972 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ y $14.535 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para el área Dpto. Lavalle y Subárea Costa, respectivamente.

Objetivos

- Conocer el comportamiento de los niveles freáticos en una zona de clima árido, bajo riego y con suelos de textura fina.
- Establecer su relación con la intoxicación salina.
- Elaborar una clasificación somera de riesgo freático de uso local: comparación entre el área Dpto. Lavalle y la Subárea Costa.

Finalidad

- Aconsejar a agricultores, instituciones públicas y profesionales de la actividad privada que desarrollan obras civiles, que realicen la reformulación de proyectos de inversión teniendo en cuenta la profundidad de la napa freática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las lecturas de profundidades freáticas se efectuaron con una sonda acústica marca SIAP que posee una precisión del orden de 1 cm, operación que se realizó en marzo, junio, septiembre y diciembre, durante el periodo junio 1983 - junio 2002. En consecuencia, la serie tiene 19 años, lo que implica que cada freaticómetro tiene hasta un máximo de 76 mediciones.

Del presente análisis no participaron las observaciones freaticométricas efectuadas a partir de junio de 2002 por haberse modificado la calidad física de las aguas superficiales en referencia a la cantidad de sedimentos como consecuencia de la regulación del Embalse Potrerillos, lo que atentaría contra la uniformidad de los datos recolectados durante 19 años.

Con los datos obtenidos a campo se desarrollaron las siguientes determinaciones o actividades.

Determinación de las superficies y representación gráfica de los intervalos de profundidades freáticas medias o isobatas medias de la serie 1983-2002 para el Dpto. Lavalle y la Subárea Costa.

Consistió en calcular las medias de profundidad freática de cada freatómetro desde 1983 hasta 2002. Luego, con la utilización del software Arc View se confeccionaron los planos determinando gráfica y numéricamente las superficies afectadas (ha) con niveles freáticos agrupados en intervalos de 0,5 m desde la superficie hasta 2,5 m de profundidad.

Con las mediciones de profundidades freáticas del periodo 1983-2002 se confeccionaron las tablas denominadas “Registros de freatómetros y profundidad freática. Años 1983-2002”, correspondientes a las Subáreas Jocolí, Villa y Costa, calculando las profundidades freáticas media y mínima absoluta de cada freatómetro para dicho periodo. También se calcularon las alturas medias, con respecto al nivel del mar, de cada freatómetro, lo que permitió elaborar la tabla “Profundidades y alturas medias y mínimas absolutas de niveles freáticos por freatómetro - Serie 1983-2002” que por razones de extensión no se adjuntan en el presente artículo y que están disponibles en la biblioteca del DGI. Con esos datos se construyó un plano para el Departamento de Lavalle, que comprende las tres Subáreas (plano 1, pág. 31). Los valores de superficies afectadas con niveles freáticos para cada intervalo de profundidad se indican en la tabla 1 (pág. 31). De esta tabla se selecciona el intervalo de mayor superficie para conocer su comportamiento y luego se suman las superficies hasta 1,50 m de profundidad para clasificar el riesgo freático.

Determinación de las superficies y representación gráfica de los intervalos de profundidades freáticas mínimas absolutas o isobatas mínimas absolutas de la serie 1983-2002 para el Dpto. Lavalle y la Subárea Costa.

Consistió en graficar y determinar numéricamente las superficies afectadas (ha) con niveles freáticos mínimos agrupados en intervalos de 0,5 m de profundidad hasta los 2,5 m para la serie 1983-2002.

De la mencionada tabla de “Profundidades y alturas medias y mínimas absolutas de niveles freáticos por freatómetro - Serie 1983-2002” para cada Subárea, se extrajeron los valores de la mínima profundidad absoluta correspondiente a cada freatómetro y se construyó un único plano para todo el Dpto. Lavalle (plano 2, pág. 32), el cual es de carácter hipotético, no real, pues los tiempos en que se produjeron las mínimas profundidades en cada freatómetro fueron diferentes. Este análisis tiene por objeto identificar los lugares puntuales en los cuales, en algún momento de los 19 años de la serie, se produjeron las máximas elevaciones. Es una información de mayor nivel de detalle, de utilidad para el sector agrícola, pero fundamentalmente para obras civiles, construcción de barrios y para la elaboración de informes de factibilidad de cementerios parque. Los valores de superficies afectadas con niveles freáticos para cada intervalo de profundidad se indican en la tabla 2 (pág. 32). De esta tabla se selecciona el intervalo de mayor superficie para conocer su comportamiento y luego se suman las superficies hasta 1,50 m de profundidad para clasificar el riesgo freático.

Determinación de las superficies y representación gráfica de los intervalos de profundidades freáticas medias o isobatas medias correspondientes a marzo, junio, septiembre y diciembre de la serie 1983-2002 para el Dpto. Lavalle y la Subárea Costa.

Consistió en graficar y determinar numéricamente las superficies afectadas (ha) con niveles freáticos agrupados en intervalos de 0,5 m de profundidad hasta los 2,5 m calculando el promedio de las mediciones de profundidades freáticas para marzo, junio, septiembre y diciembre.

De las tablas de “Registros de freatómetros y profundidad freática. Años 1983-2002” correspondientes a las Subáreas Jocolí, Villa y Costa, se calcularon las medias de las observaciones de cada freatómetro correspondientes a marzo (plano 3, pág. 33) y las correspondientes a junio, septiembre y diciembre (planos 4, 5 y 6, respectivamente -pág. 34 a 36-). Los valores de las superficies afectadas para la Subárea de Costa y Dpto. Lavalle se indican en las tablas 3, 4, 5 y 6 (pág. 33 a 36). Se selecciona el intervalo de mayor superficie para conocer su comportamiento y luego se suman las superficies hasta 1,50 m de profundidad para clasificar el riesgo freático.

Determinación gráfica de las alturas medias con respecto al nivel del mar o isohipsas medias del Dpto. Lavalle - Serie 1983-2002.

Consistió en graficar en el plano de la red de colectores principales las alturas o cotas de agua freática para el Dpto. Lavalle y la dirección de las líneas de flujo. Para tal fin se procedió a restar a la cota del cabezal de cada freatómetro la profundidad freática media del periodo 1983-2002, obteniendo los valores de cota de freática media con la que se confeccionó del plano 7 (pág. 37). Teniendo en cuenta la pendiente topográfica se fijó un intervalo o equidistancia de 4 m entre líneas de igual cota; posteriormente se procedió al trazado de las líneas o senderos de flujo las que, en su conjunto, indican en forma aproximada las áreas de carga y de descarga de las aguas subsuperficiales.

Clasificación de riesgo freático

Se asumió que para frutales perennes, con riego integral, en suelos de texturas finas y estratificados, la profundidad freática mínima admisible para obtener rendimientos comerciales aceptables es de 1,5 m de profundidad. Los factores intervinientes en la fijación de los valores porcentuales de superficies para la clasificación fueron: tamaño medio de las superficies de las fincas de la zona, costos de producción de cultivos perennes (ciruela, vid, olivo) y sus valores de producción. En virtud de lo expuesto se estableció la siguiente clasificación:

Riesgo freático de áreas irrigadas en relación con la profundidad freática y las superficies afectadas.

Porcentaje de áreas irrigadas con NF < 1,5 m	Riesgo freático
< 3%	Bajo
3 al 10%	Medio
> 10%	Alto

RESULTADOS

Plano 1

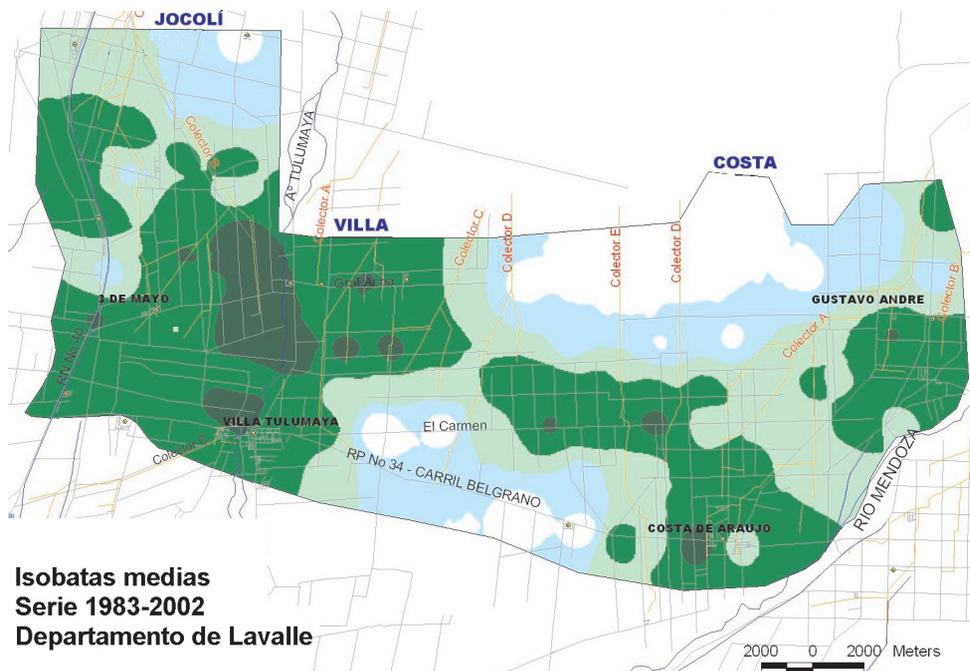


Tabla 1. Isobatas medias: Valores de superficies afectadas - Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Intervalo Prof. NF (m)	Subárea Costa		Dpto. Lavalle	
	ha	%	ha	%
0-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5-1	0,0	0,0	0,0	0,0
1-1,5	173,5	0,9	2036,8	4,4
1,5-2	6508,0	31,9	18892,3	40,4
2-2,5	6358,0	31,2	12982,6	27,8
2,5-3	4358,0	21,4	8899,5	19,0
> 3	3012,8	14,6	3933,3	8,4
Total	20410,3	100,0	46744,5	100,0

El 32 y 41% de las superficies del Distrito Costa y Dpto. Lavalle, respectivamente, tienen el nivel freático medio entre 1,5 y 2,0 m de profundidad.

Clasificación riesgo freático: Costa: Bajo (0,9%) y Dpto. Lavalle: Medio (4,4%).

Plano 2

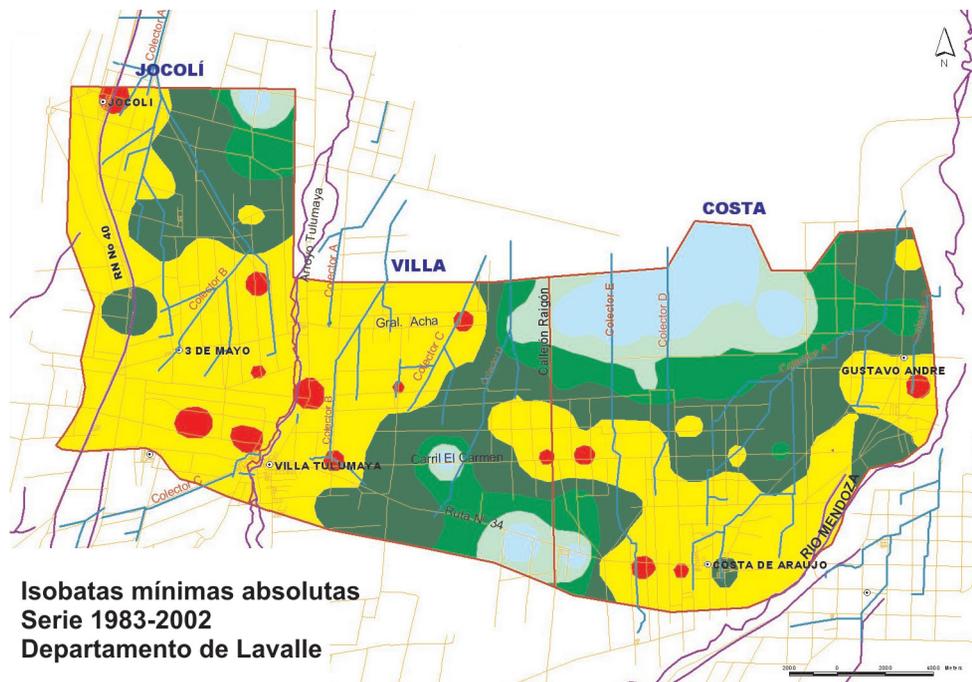


Tabla 2. Isobatas mínimas absolutas: Valores de superficies afectadas. Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Intervalo Prof. NF (m)	Subárea Costa		Dpto. Lavalle	
	ha	%	ha	%
0-0,5	239,8	1,2	1052,0	2,3
0,5-1	7005,5	34,3	22218,3	47,5
1-1,5	5442,5	26,7	12053,3	25,7
1,5-2	2937,3	14,4	5082,8	10,9
2-2,5	1895,2	9,2	3066,8	6,6
2,5-3	2890,0	14,2	3271,3	7,0
> 3	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	20410,3	100,0	46744,5	100,0

El 34 y 47% de las superficies del Distrito Costa y Dpto. Lavalle, respectivamente, tienen el nivel freático mínimo absoluto entre 0,5 y 1,0 m de profundidad.

Clasificación riesgo freático: Costa: Alto (62,2%) y Dpto. Lavalle: Alto (75,6%).

Plano 3

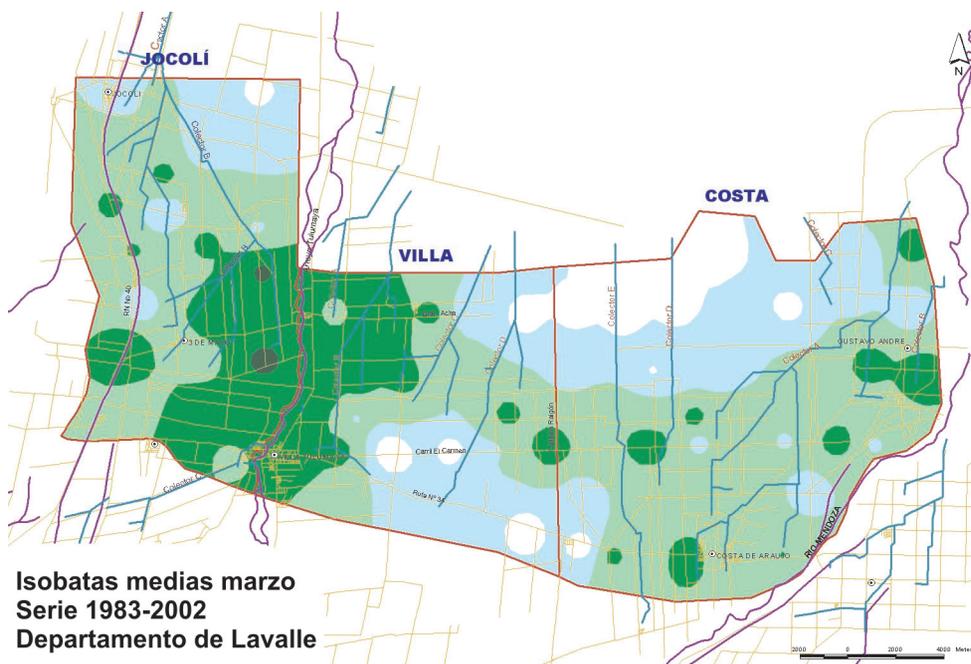


Tabla 3. Isobatas medias marzo: Valores de superficies afectadas. Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Intervalo Prof. NF (m)	Subárea Costa		Dpto. Lavalle	
	ha	%	ha	%
0-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5-1	0,0	0,0	0,0	0,0
1-1,5	0,0	0,0	128,3	0,3
1,5-2	1353,5	6,6	9348,8	20,0
2-2,5	10546,8	51,7	21286,8	45,5
2,5-3	6069,8	29,7	12707,1	27,2
> 3	2440,2	12,0	3273,5	7,0
Total	20410,3	100,0	46744,5	100,0

Intervalo de mayor superficie: Costa: 2,0-2,5 m y Dpto. Lavalle: 2,0-2,5 m.
Clasificación riesgo freático: Costa: Bajo (0,0%) y Dpto. Lavalle: Bajo (0,3%).

Plano 4

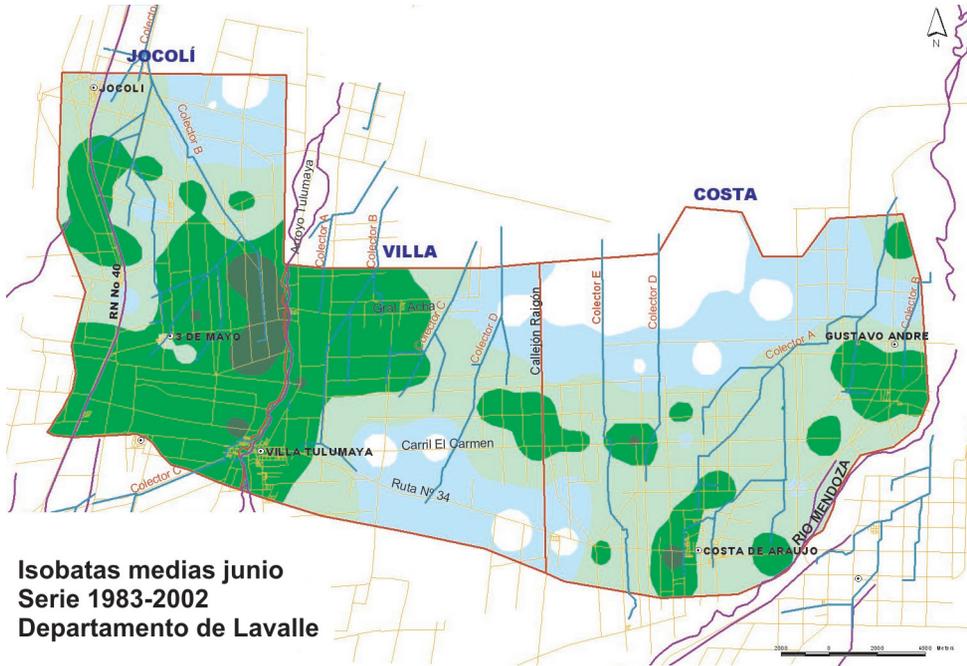
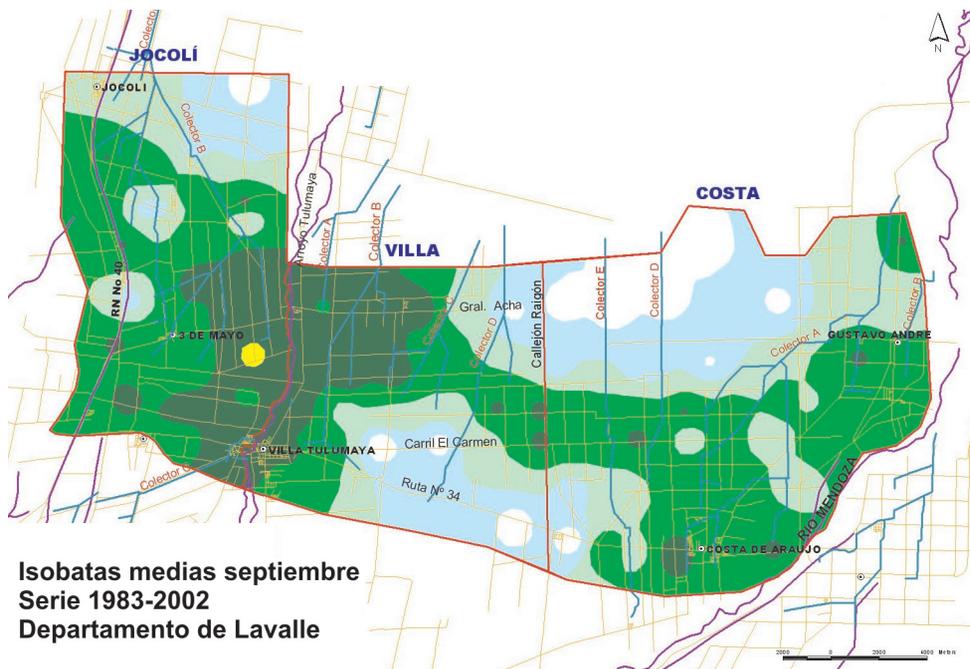


Tabla 4. Isobatas medias junio. Valores de superficies afectadas. Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Intervalo Prof. NF (m)	Subárea Costa		Dpto. Lavalle	
	ha	%	ha	%
0-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5-1	0,0	0,0	0,0	0,0
1-1,5	83,0	0,4	1111,8	2,4
1,5-2	3091,0	15,1	14549,0	31,1
2-2,5	9017,0	44,2	16531,0	35,4
2,5-3	4992,0	24,5	10407,7	22,3
> 3	3227,0	15,8	4145,0	8,8
Total	20410,0	100,0	46744,5	100,0

Intervalo de mayor superficie: Costa: 2,0-2,5 m y Dpto. Lavalle: 2,0- 2,5 m.
Clasificación riesgo freático: Costa: Bajo (0,4%) y Dpto. Lavalle: Bajo (2,4%).

Plano 5



**Isobatas medias septiembre
Serie 1983-2002
Departamento de Lavalle**

Tabla 5. Isobatas medias septiembre: Valores de superficies afectadas. Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Intervalo Prof. NF (m)	Subárea Costa		Dpto. Lavalle	
	ha	%	ha	%
0-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5-1	0,0	0,0	78,5	0,2
1-1,5	338,0	1,7	6909,3	14,8
1,5-2	8825,8	43,1	18440,0	39,4
2-2,5	5113,5	25,1	10245,0	21,9
2,5-3	3889,3	19,1	8243,0	17,6
> 3	2243,7	11,0	2828,7	6,1
Total	20410,3	100,0	46744,5	100,0

Septiembre es el mes más crítico: el 43 y el 39% de las superficies del Distrito Costa y Dpto. Lavalle, respectivamente, presentan niveles freáticos medios entre 1,5 y 2,0 m de profundidad.

Clasificación riesgo freático: Costa: Bajo (1,7%) y Dpto. Lavalle: Alto (15%).

Plano 6

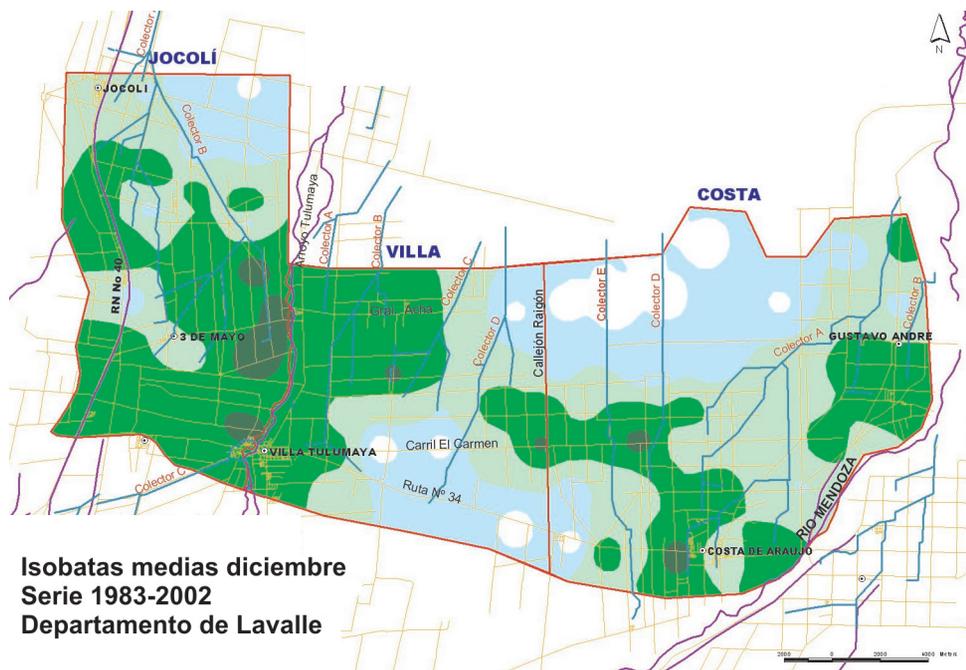
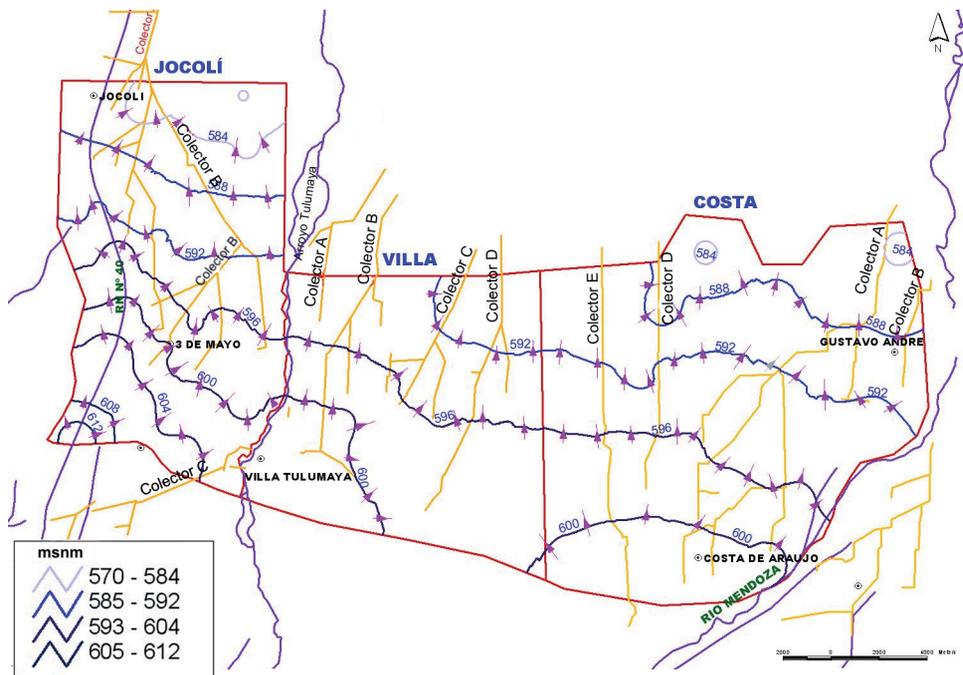


Tabla 6. Isobatas medias diciembre: Valores de superficies afectadas. Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Intervalo Prof. NF (m)	Subárea Costa		Dpto. Lavalle	
	ha	%	ha	%
0-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5-1	0,0	0,0	0,0	0,0
1-1,5	195,0	1,0	1113,5	2,4
1,5-2	5442,0	26,7	17886,8	38,3
2-2,5	7925,5	38,8	15271,5	32,6
2,5-3	5165,0	25,3	10318,0	22,1
> 3	1682,8	8,2	2154,7	4,6
Total	20410,3	100,0	46744,5	100,0

Intervalo de mayor superficie: Costa: 1,5-2,0 m y Dpto. Lavalle: 2,0-2,5 m.
Clasificación riesgo freático: Costa: Bajo (1,0%) y Dpto. Lavalle: Bajo (2,4%).

Plano 7. Isohipsas medias - Serie 1983-2002 - Departamento de Lavalle.



- Subárea Jocolí: se observa que la dirección de las líneas de flujo subterráneo tienen una marcada tendencia suroeste a noreste en concordancia con la topografía superficial y en correspondencia con las últimas estribaciones de la zona piedemontana. Los colectores tienen una dirección sur a norte resultando oblicuos a las líneas de flujo.
- Subárea Villa: ubicada en zona de llanura, la dirección de flujo subterráneo es suroeste a noreste y los colectores evacuadores poseen igual dirección.
- Subárea Costa: la dirección de flujo subterráneo tiene una leve tendencia de sureste hacia el noroeste. Los colectores en parte acompañan las líneas de flujo (D y E) y los demás corren en dirección oblicua a las líneas de flujo (A y B).

Resumen de riesgo freático - Serie 1983-2002 de profundidades medias y mínimas absolutas. Distrito Costa y Dpto. Lavalle.

Isobatas	Riesgo freático	
	Costa	Lavalle
Medias	Bajo	Medio
Mínimas	Alto	Alto
Media mensual	Bajo Septiembre *	Alto Septiembre *

* Mes crítico

DISCUSIÓN

Cabe preguntarse qué se debe hacer para sanear la zona cultivada del Departamento de Lavalle. Es imprescindible avanzar con la construcción de colectores secundarios o interparcelarios conectados a los colectores principales. Lo apropiado es con tuberías subterráneas cribadas de 0,3 a 0,5 m de diámetro y longitudes no mayores de 500 a 800 m, y pendientes no menores de 0,15%. Esto permitirá la instalación de drenes entre fincas incrementando significativamente la eficiencia de abatimiento de superficies cultivadas. Esta red intrafinca adquirirá "identidad" por favorecer a un grupo reducido de agricultores que, además, velarán para que el DGI realice en tiempo y forma el mantenimiento de los colectores principales.

CONCLUSIONES

Isobatas medias: Valores de superficies afectadas - Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

El ascenso capilar, fenómeno que no queda registrado en los freaímetros, y la salinidad del agua freática, que como se mencionó tiene valores medios de $15.500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, son de significativa importancia en la zona de estudio. La capilaridad implica transporte y acumulación de sales, las cuales pueden ascender hasta superficie. Ésa es la causa de las intoxicaciones salinas con cloruros en vid y frutales que se observan en forma generalizada.

Isobatas mínimas absolutas: Valores de superficies afectadas - Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Es probable que el 62 y 76% de las superficies del Distrito Costa y Dpto. Lavalle, respectivamente, presenten profundidades freáticas a menos de 1,5 m. Estos datos deben ser tenidos en cuenta no sólo para la agricultura sino en los análisis de factibilidad de obras civiles tales como barrios, galpones y cementerios parque.

Isobatas medias mensuales: marzo, junio, septiembre y diciembre. Valores de superficies afectadas - Serie 1983-2002. Subárea Costa y Dpto. Lavalle.

Este pronunciado ascenso freático se produce después del periodo de "corta de agua" como puede advertirse en las superficies afectadas correspondientes a septiembre (tabla 5, pág. 35). Esta situación es consecuencia de la ejecución de la limpieza anual en la red de distribución, la cual es realizada a pala eliminando la capa de sedimentos de textura fina (limos y arcillas) incrementándose las pérdidas por infiltración. A esto se le suma la aplicación de pesadas láminas de riego durante agosto y septiembre como método de defensa pasiva contra las heladas tardías, produciendo en consecuencia mayores pérdidas a nivel de parcela.

Isohipsas medias del Dpto. Lavalle - Serie 1983-2002.

La red principal de colectores es insuficiente para producir el abatimiento general de los niveles freáticos del Departamento de Lavalle. La utilidad actual es de evacuador de aguas pluviales precipitadas en la ciudad de Mendoza y sus alrededores, de efluentes cloacales y sobrantes de la red de riego.

Clasificación de riesgo freático

Textura, estratificación de suelos y profundidades freáticas están estrechamente vinculadas entre sí, produciendo disminuciones en los rendimientos de los cultivos, fundamentalmente de raíces profundas. En el caso de la vid se manifiesta claramente con la intoxicación con cloruros.

El Distrito Costa es, agrícolamente, el que posee las mejores condiciones edafológicas y de profundidad freática del Departamento de Lavalle.

Además, con la construcción del V y VI tramo del Canal San Martín, en 2002, el Distrito Costa se abastece de aguas para riego con dos grandes mejoras: 1) recibe agua en forma medida; 2) la salinidad es del orden de los $900 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ en contraposición con los más de $1.600 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ anteriores a la obra, cuando se derivaban las aguas directamente desde el río en ese distrito.

Recomendaciones

- Para los agricultores: a nivel de parcela se sugiere la instalación de freatómetros para conocer la oscilación freática a lo largo del año y, fundamentalmente, antes y después de cada riego. Esta oscilación le brindará al agricultor la posibilidad de regular las láminas de riego de acuerdo con la profundidad radicular y la sensibilidad de los cultivos a la asfixia radicular.

Los planos de isobatas realizados en este estudio son de escala zonal, producto de interpolaciones entre freatómetros distanciados 2.000 m, por lo tanto hay que validarlos a nivel de finca para conocer con certeza el comportamiento freático puntual. Respecto de la sensibilidad de los cultivos a la salinidad es importante asesorarse en relación con los portainjertos adecuados.

- Para el DGI: se aconseja modificar el método de mantenimiento de la red principal de desagües realizado con retroexcavadoras y/o dragalinas. Esta práctica rompe la rasante de fondo del colector, provocando lagunas y favoreciendo el crecimiento de la totora, principal obstáculo para el escurrimiento de las aguas. Otro inconveniente es el incremento progresivo de las dimensiones de los colectores.

Se propone la siguiente metodología: a) el mantenimiento periódico de los caminos de servidumbre; b) el mantenimiento químico con el uso de herbicidas con frecuencia semestral; c) el mantenimiento mecánico con baldes segadores acoplados a maquinaria pesada complementado con el uso de motoguadañas manuales; d) limpieza manual de los puentes carreteros con frecuencia anual.

BIBLIOGRAFÍA

1. Braun, W.; Pizarro, O.; Pacheco, M.; Gilbert, V. 1964. Intoxicación salina de vides en Costa de Araujo, Mendoza. INTA Revista Investigaciones Agropecuarias. 1(5): 101-131.
2. Nijensohn, L. 1960. Intoxicación de vides por cloruros. Instituto Provincial Agropecuario. Boletín Técnico N° 2. Mendoza. Argentina. 25 p.
3. _____. 1969. Profundidad freática crítica. Actas de la Primera Mesa Redonda Nacional sobre Riego y Drenaje. Editadas por la Corporación del Río Dulce. Santiago del Estero. Argentina. 28 p.
4. Ortiz Maldonado, G. 1988. Instalación de redes freáticas en las áreas irrigadas de la Provincia de Mendoza. Plan Provincial de Drenaje. Publicación Técnica N° 11. Departamento General de Irrigación - Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo. Mendoza. Argentina. 97 p.
5. _____.; Morábito, J.; Rearte, E.; Mastrantonio, L. 2005. Salinidad del agua freática en el área regadía del Río Mendoza. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo. Mendoza. Argentina. 37(2): 51-64.