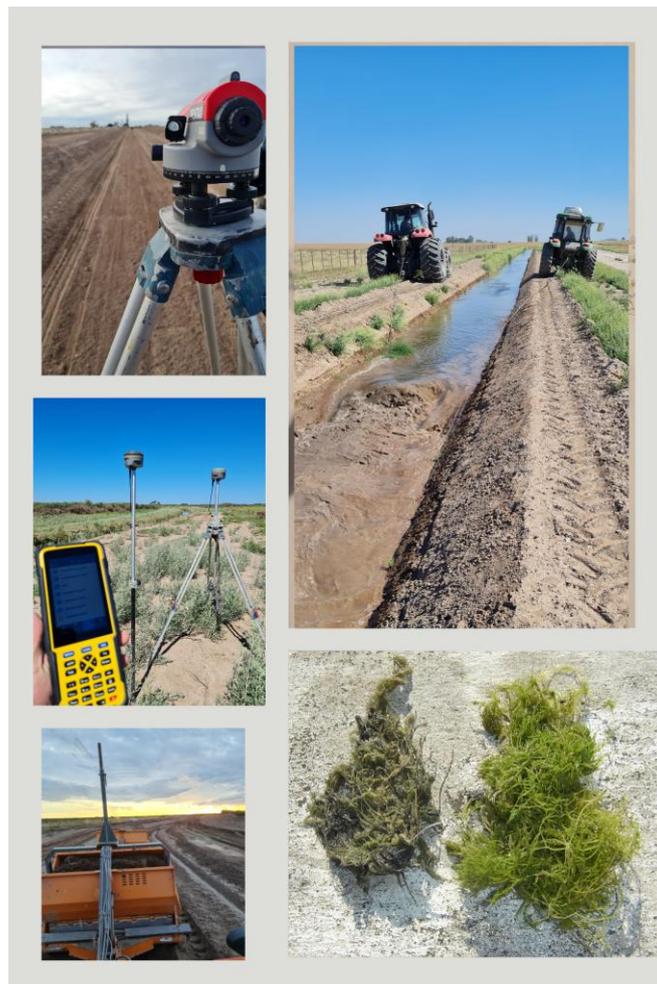


Trabajo de Intensificación

Estrategias para incrementar la eficiencia de conducción en la red secundaria de canales de riego en el Valle Bonaerense del Río Colorado



Gonzalo Andrés Ilgner

DOCENTE TUTOR:

Dr. Martín E. Espósito

DOCENTES CONSEJEROS:

Mg. Ing. Agr. Pablo Paoloni

Mg. Ing. Agr. Leandro Goñi

CONSEJERO EXTERNO:

Ing. Agr. Diego Echegaray



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
BAHIA BLANCA. SEPTIEMBRE 2024

Índice

Resumen	2
Introducción	3
Caracterización edafoclimática	4
Descripción de la zona de regadío del VBRC	5
Consortio Hidráulico del Valle Bonaerense del Rio Colorado	6
Problemática malezas acuáticas sumergidas.....	7
Crisis Hídrica.....	10
Objetivos	12
General:	12
Específicos:.....	12
De formación:.....	12
Experiencia adquirida	13
Modalidad de trabajo	13
Tareas durante el período de riego	14
Estructura de un canal	14
Manejo del agua	17
Tareas durante el período de corte de agua.	19
Generales	19
Estructura del canal:	20
.....	23
Manejo del agua:.....	23
Control de malezas acuáticas	24
Conclusiones	28
Bibliografía.....	29

Resumen

En los últimos doce años, varios ríos de la Argentina de régimen nival han sufrido un descenso en su escurrimiento como consecuencia de la escasa acumulación de nieve en la cordillera. La zona de riego del río Colorado no escapa a esta situación. Así, el agua disponible para riego en el valle bonaerense ha sido cada vez más escasa, reduciéndose a la mitad la superficie bajo riego. Esto impulsó a técnicos de instituciones de Villarino y Patagones (INTA, CORFO Río Colorado, el Consorcio Hidráulico junto a asociaciones y productores) a trabajar mancomunadamente en la mejora del sistema de riego. El presente trabajo de intensificación consistió en un entrenamiento profesional para la obtención del título de ingeniero agrónomo en la Universidad Nacional del Sur. Realicé la misma en el Consorcio Hidráulico del Valle Bonaerense del Río Colorado, en la intendencia de riego de Mayor Buratovich, durante los meses marzo a mayo del año 2021, desempeñándome como coordinador técnico de diez canales secundarios en la zona de Colonia San Adolfo y El Sostén, Hilario Ascasubi y Mayor Buratovich. Practiqué actividades relacionadas con la mejora de eficiencia del sistema de riego de la zona. En general, la red de canales secundarios sufre serios problemas de conducción en los meses de mayor demanda de agua de los cultivos sumado a la disminución del escurrimiento de la cuenca, afectando el potencial de la zona. Para atenuar esta problemática trabajé sobre la operación de canales, el control de malezas acuáticas, proyectos de reestructuración que contribuyeron a un mejor desempeño del recurso favoreciendo la eficiencia y sustentabilidad del sistema, teniendo en cuenta las necesidades y factibilidad económica para cada canal. Este trabajo me permitió poner en práctica gran parte de los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de mi formación académica en la carrera de ingeniería agronómica, fortalecer mis habilidades de evaluación de casos, así como análisis y toma de decisiones como herramientas para aplicar en casos reales de la producción contribuyendo sustancialmente a la validación de las competencias profesionales.

Introducción

El Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC) se encuentra ubicado al sur de la provincia de Buenos Aires, donde se ha desarrollado una importante zona de riego para la producción agropecuaria. Se extiende desde el Meridiano V, límite oeste de la Provincia de Buenos Aires, hasta el litoral marítimo del Océano Atlántico. La administración del servicio de riego de la región es llevada a cabo por la Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO), que funciona como entidad autárquica, con capacidad de derecho público y privado. Dicha entidad tiene jurisdicción sobre 516.641 hectáreas (ha), correspondiéndole al partido de Patagones 211.297 ha y 305.344 ha al partido de Villarino. Del total, 137.145 ha están empadronadas con concesión de riego, 49.857 ha en el partido de Patagones y 87.288 ha en el partido de Villarino. La red de drenaje del valle descarga directamente al mar por medio de seis colectores principales con una longitud de 397 km, constituyendo así los colectores de cuencas, sus ramales y los drenes parcelarios, una red cuya longitud se encuentra cercana a los 3.341 km (CORFO, 2019).

La red primaria del sistema del riego consta de 4 canales matrices que alimentan a 105 canales secundarios operados por CORFO, autoridad del agua que ejerce su función por medio de tres intendencias de riego ubicadas en las localidades de Mayor Buratovich, Pedro Luro y Villalonga. (Figura 1).

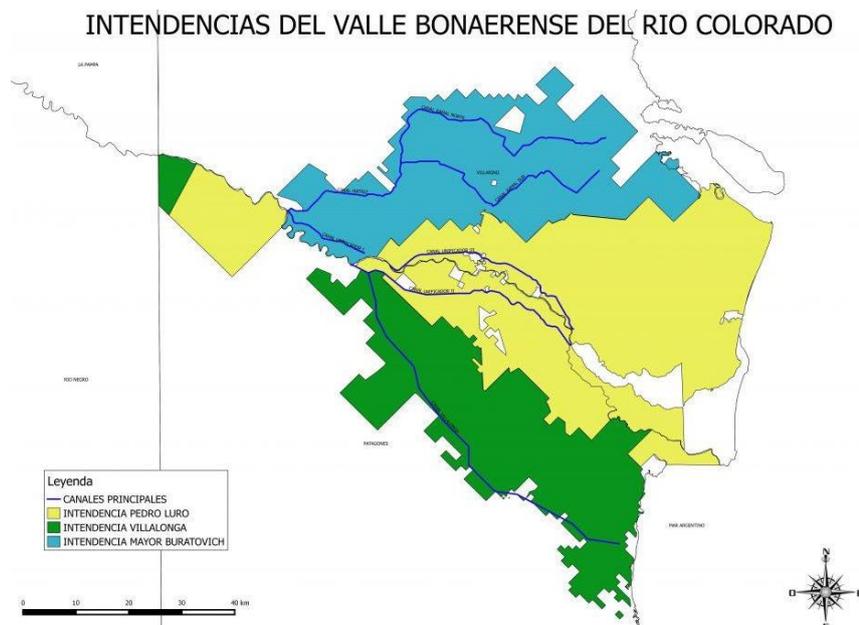


Figura 1: Intendencias de riego (CORFO).

La oportunidad de tener una provisión de agua suplementaria posibilita a los cultivos el aumento de sus rendimientos y también la producción de especies que no se adaptarían de forma natural a la zona. El principal sistema de riego que se utiliza en el VBRC es por gravedad, el cual consiste en la aplicación de una lámina de agua que avanza sobre la superficie del suelo, distribuyéndose a lo largo y ancho de la parcela a medida que se infiltra. La ventaja de este tipo de riego es que tiene relativamente bajos costos de inversión y no requiere consumo de energía. Entre sus desventajas, se encuentra la necesidad de aplicar grandes volúmenes de agua y la sistematización de suelos. Si bien posee muchas pérdidas de agua por infiltración, se puede incrementar la eficiencia en el uso de la misma.

La zona cuenta con una amplia variedad de cultivos que incluyen cereales y oleaginosas, como: trigo, maíz, girasol, sorgo, etc. Se destaca la producción de cultivos hortícolas, siendo de gran importancia el cultivo de cebolla en esta región, así como de pasturas de alfalfa y trébol (Carbó 2014; Lucanera, 2018). En cuanto a los granos, maíz y girasol se riega por surco, mientras que, en pasturas, trigo y sorgo, se riega por manto. La mayor demanda hídrica por parte de los principales cultivos se produce en los meses de diciembre y enero (Carbó 2014).

Caracterización edafoclimática

En cuanto al clima, es una región semiárida, comprendida entre las isohietas de 500 y 350 mm anuales decreciendo en dirección E-NE a S-SO. Los máximos registros de precipitaciones ocurren en los períodos de febrero-marzo y septiembre-octubre. El partido de Villarino tiene una precipitación promedio anual de 516 mm y una evapotranspiración media de 1.135 mm para el partido de Patagones, las precipitaciones alcanzan los 490 mm al norte y 380 mm al sur, con una evapotranspiración promedio de 1.447mm (RIAN 2007).

El balance hídrico muestra que no existe exceso de agua, o sea que las lluvias no cubren los requerimientos hídricos de los cultivos que se desarrollan en este valle. La amplitud térmica varía de 12°C al SO de Patagones hasta 16°C al N de Villarino, la media anual para estos distritos es de 14.8°C, la máxima 21.8°C, y la mínima de 7.7°C. En ambos partidos, el período de heladas es de 90 a 100 días, donde las heladas tardías ocurren en el mes de octubre y a principios de noviembre y son las que mayores daños provocan a los cultivos implantados. La heliofanía relativa es del 60 % y la mayor frecuencia de viento es en primavera-verano con una velocidad media de 15.5 km/h, predominando del O-NO (RIAN 2007).

La mayoría de los suelos de los partidos de Villarino y Patagones son clasificados como Haplustoles y Calciustoles. Se trata, en general, de suelos de textura arenosa a arenosa –franca, muy sueltos, susceptibles a la erosión eólica, con niveles de materia orgánica en promedio cercanos al 1%, ocasionalmente mayor al 2%. Los niveles de fósforo oscilan entre 5 y 30 ppm, aunque en áreas de monte natural estos valores podrían superar las 50 ppm. Debido a la típica textura gruesa, la infiltración básica puede oscilar entre 25 y 50 mm/h, pudiendo llegar a 200 mm/h. (RIAN, 2007).

Descripción de la zona de regadío del VBRC

La cuenca del río Colorado es el territorio que recoge el agua de las precipitaciones (pluviales y nivales) que, finalmente, van a escurrir hacia el río Colorado. Este nace en la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, cuyas nacientes están en la Cordillera de los Andes, recorriendo a partir de allí 920 km hasta desembocar en el Océano Atlántico. Dicha cuenca del río Colorado posee una superficie de 47.458 Km² y es interprovincial, ocupando parte del territorio de las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, quienes comparten sus aguas para los distintos usos.

El río Colorado tiene un régimen nival, con crecidas que inician en los meses de octubre o noviembre, y que se extienden hasta los meses de enero o febrero, dependiendo de las condiciones climáticas. El resto de los meses el caudal desciende, por lo que el caudal del río es estacional (COIRCO, 2014).

Aguas abajo en el suroeste de la Provincia de la Pampa se encuentra el embalse Casa de Piedra, un dique regulador para control de caudal en caso de crecidas y la generación de energía (Figura 2).



Figura 2: Cuenca del Río Colorado (COIRCO)

Consorcio Hidráulico del Valle Bonaerense del Río Colorado

Fue creado en el año 2007 por resolución de CORFO aprobándose el estatuto redactado por los regantes con los objetivos de prestar servicios relativos a la construcción, mantenimiento y administración de obras de riego y drenaje, y como visión a largo plazo la transferencia de todo el sistema de riego comenzando por los canales secundarios.

En el año 2011 comienza a recaudar fondos para la renovación del parque de máquinas, y para el año 2012 se abren las oficinas en Pedro Luro, Buratovich y Villalonga dando servicio a los regantes de la “Coordinación Técnica” y “Administración Contable” para canales secundarios. La coordinación técnica, por intermedio de un profesional, realizó una experiencia previa en San Adolfo y Pradere gestionando los canales secundarios. Este trabajo de coordinación permitió mejorar significativamente los canales secundarios tanto en la reestructuración del canal como en el manejo y la profesionalización de los canaleros.

Los regantes de los canales coordinados han invertido mucho en los últimos años para mejorar la operación y reducir las pérdidas de agua. En la zona de influencia de CORFO Río Colorado, el Consorcio Hidráulico administra técnicamente 22 consorcios secundarios, alcanzando una superficie de 60.000 ha de concesión (Consorcio Hidráulico, 2019).

Problemática malezas acuáticas sumergidas

Antiguamente, el agua del Río Colorado presentaba un alto contenido de arena y limo en suspensión, dándole un color rojizo característico, razón por la cual se le otorgó su nombre. El desarrollo de especies acuáticas sumergidas se veía muy reducido dada la escasa luz que llegaba al fondo del canal por efecto de la turbidez del agua. Luego de la puesta en marcha del Dique Casa de Piedra en 1989 (Figura 3), la turbidez del agua disminuyó significativamente debido a la sedimentación de sólidos en el embalse. En consecuencia, se favoreció la penetración de luz, dando como resultado un incremento en la incidencia y crecimiento de especies acuáticas sumergidas en los canales de riego (Acosta 1998; Bentivegna 2001).



Figura 3: Embalse Dique Casa de Piedra (APN La Pampa)

El crecimiento en exceso de las malezas acuáticas y en densas poblaciones representa un impedimento físico para el movimiento del agua, resultando en una reducción del caudal de agua transportado. Esto dificulta el abastecimiento de agua a los productores, aumentan las pérdidas por infiltración y evaporación (30 a 40 L seg⁻¹ por km de canal), y en casos extremos el canal puede rebalsar dañando gravemente la estructura del mismo.

En las figuras 4 y 5 se observan, *Stuckenia pectinata* (L.) Börner y *Chara contraria* respectivamente, que son las malezas más importantes que afectan la circulación del agua en los canales de riego del VBRC (Bentivegna y Fernández 2005).

La especie *S. pectinata* es una monocotiledónea perteneciente a la familia Potamogetonaceae y se encuentra distribuida mundialmente en una gran variedad de ambientes acuáticos. Se trata de una planta sumergida, herbácea, perenne, de vástagos largos y ramificados (figura 5) (Van Wijk 1988).



Figura 4: *Stuckenia pectinata* (L.) Börner

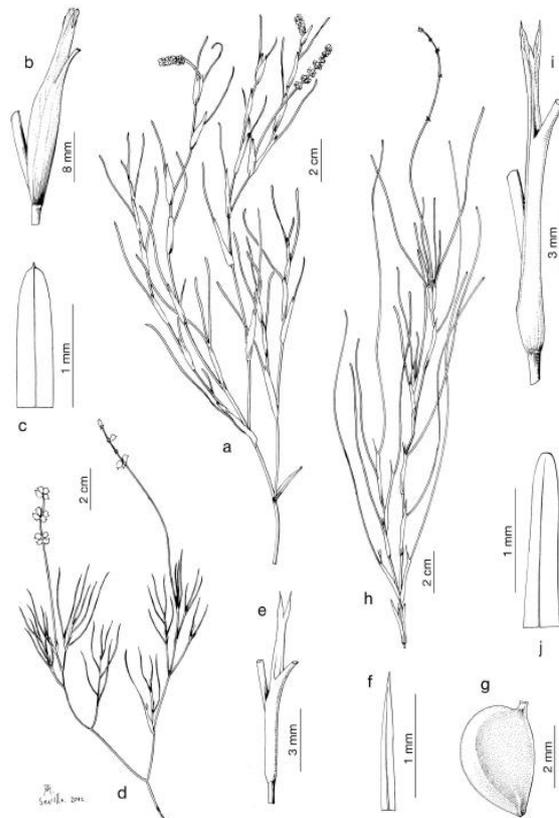


Figura 5: Descripción morfológica de *Stuckenia pectinata* (L.) Börner

La otra especie *C. contraria* (figura 6 - 7) es un alga macrofítica perenne, de ciclo primavero-estival, adaptada a aguas quietas y claras. Dada la complejidad de ésta última, tanto de su parte vegetativa como en la especialización de estructuras reproductivas, aparenta ser una planta vascular, ya que presenta un eje de crecimiento ilimitado dividido en nudos y entrenudos (Cáceres y otros 1990).



Figura 6: *Chara contraria* en canal de riego

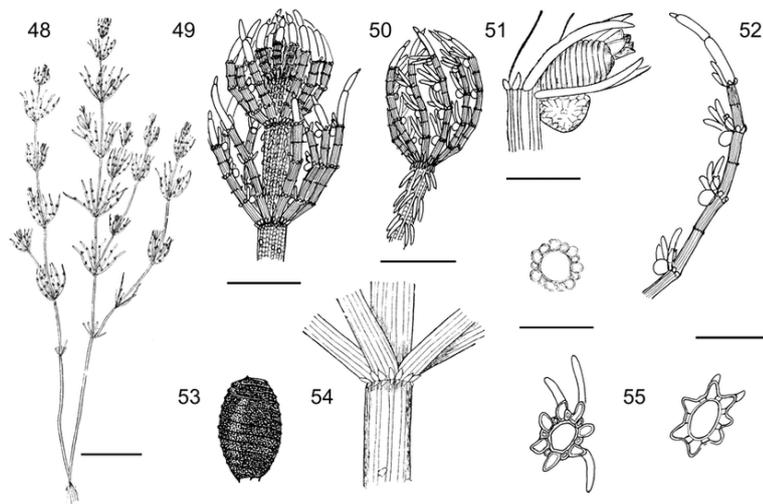


Figura 7: Descripción morfológica de *Chara contraria* Braun ex Kütz

En la antigüedad se utilizaron distintas medidas de control ambiental, muchas de las cuales continúan vigentes. Entre ellas, se puede citar el secado de los canales (figura 8) de riego por un periodo de aproximadamente 10 días, exponiendo las malezas a la desecación producto del aire seco y caliente del verano. Esta es una técnica de control de mínimo impacto ambiental, pero no es aplicable a todos los canales secundarios (Pieterse y Murphy 1990).



Figura 8: Control de malezas acuáticas mediante secado,

Otro método de control es el sombreado, ya sea artificial o natural. La luz es fundamental para el crecimiento de las plantas, y el manejo de la misma en un ambiente acuático es una técnica de control económicamente viable y socialmente aceptable (Dawson 1986). Pieterse y van Zon (1983) observaron una fuerte reducción del crecimiento en las malezas presentes en canales de riego sombreados por árboles de *Casuarina* sp. Si bien los árboles que se desarrollan en los márgenes de los canales pueden reducir el nivel de evaporación, las raíces podrían provocar roturas, por lo que dependiendo de las estructuras y especies vegetales puede ser una alternativa apta para reducir la infestación de especies sumergidas (Sytsma y Parker 1999).

Crisis Hídrica

La cuenca atraviesa hace más de 12 años una crisis hídrica producto de la reducción significativa en las nevadas en la cordillera que ha dado como resultado un descenso en la productividad media del valle. A partir del año 2008 comienza el periodo de crisis con promedios de derrame inferiores a la media. Para el año 2014 se regaban 80.000 ha de las potenciales 150.000 ha. Excepcionalmente en la campaña 2010-2011 se alcanzó la mayor superficie regada en la historia del valle (figura 9).

A partir de esta problemática se empezó a trabajar en la mejora del sistema, ya sea la parte común a los regantes (consorcios de riego) como también cada productor

comenzó a realizar mejoras a nivel parcela. Para el año 2019 se acentuó aún más la crisis con un pronóstico para dicha temporada “muy seco” con caudales del 42% inferiores a un año normal. (COIRCO,2019)

Las pérdidas de agua en los canales secundarios que se encuentran en condiciones estructurales inadecuadas pueden superar el 35% dependiendo de diversos factores, como la estructura y textura del suelo, manejo del canal, dimensiones de la sección, control de malezas, etc. Realizando una reestructuración a dichos canales las pérdidas pueden disminuir hasta el 10%, incrementando el volumen de agua disponible para los cultivos (Ancía et. al., 2014).

Los caudales que se manejan hoy en la zona no son suficientes, se ha pasado de una dotación para el regante de 0,5 - 0,6 l/s/hectárea de concesión a 0,3 l/s/hectárea.

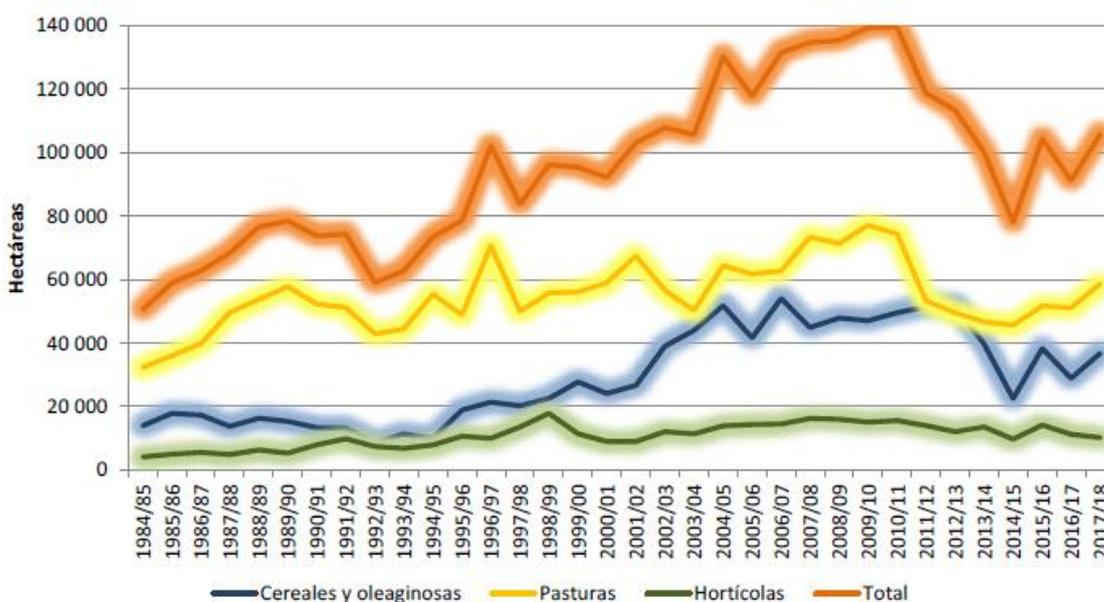


Figura 9: Superficie efectivamente regada en hectáreas, tomado de Fuente de datos socioeconómicos UNS

Por lo expuesto previamente, se plantean los siguientes objetivos.

Objetivos

General:

Validar las competencias profesionales adquiridas en la formación universitaria a través de tareas propias del ejercicio de la profesión del Ingeniero Agrónomo en el marco de las actividades que se desarrollan en el Consorcio Hidráulico del Valle Bonaerense del Río Colorado.

Específicos:

- Incrementar la eficiencia de conducción interanual de los canales que se encuentran en proceso de reestructuración.
- Exponer las diferentes herramientas utilizadas por el Consorcio Hidráulico a fin de atenuar el efecto de los menores caudales disponibles en el valle.
- Promover la realización de obras y mejoras en la red secundaria de riego en aquellos consorcios donde no se han tomado medidas para atenuar la escasez hídrica.

De formación:

- Aplicar los conocimientos teóricos a las actividades desarrolladas en el ámbito del Consorcio Hidráulico.
- Generar actitudes de desempeño profesional a través de evaluaciones subjetivas y juicios de valor.
- Formar opiniones.
- Elaborar y gestionar las premisas que guían un programa técnico.
- Fortalecer el uso de herramientas como:
 - la búsqueda de información (revisión bibliográfica, entrevistas, bases de datos)
 - el relevamiento, análisis y manejo de datos y gráficos
 - la redacción de un informe técnico
 - técnicas de exposición oral

Experiencia adquirida

Modalidad de trabajo

Este Trabajo de Intensificación consistió en un entrenamiento profesional en el área de riego del Valle Bonaerense del Río Colorado, mediante un acuerdo entre el Consorcio Hidráulico y la asignatura Hidrología y Riego del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Durante los meses de marzo a mayo del año 2021 participé en tareas relacionadas a evaluar alternativas para incrementar la eficiencia de conducción en la red secundaria de canales de riego, que son inherentes a las competencias profesionales del Ingeniero Agrónomo. La dirección técnica de las actividades estuvo a cargo del Ing. Agr. Diego Echegaray, Gerente Técnico del Consorcio Hidráulico.

Lugar de trabajo

Durante mi experiencia trabajé en la intendencia de Mayor Buratovich, donde actualmente existen alrededor de 60 consorcios de riego, de los cuales coordiné técnicamente 10 canales secundarios por una concesión total de 15.000 ha. La longitud media de los canales coordinados es de 10 km (Figura 10).

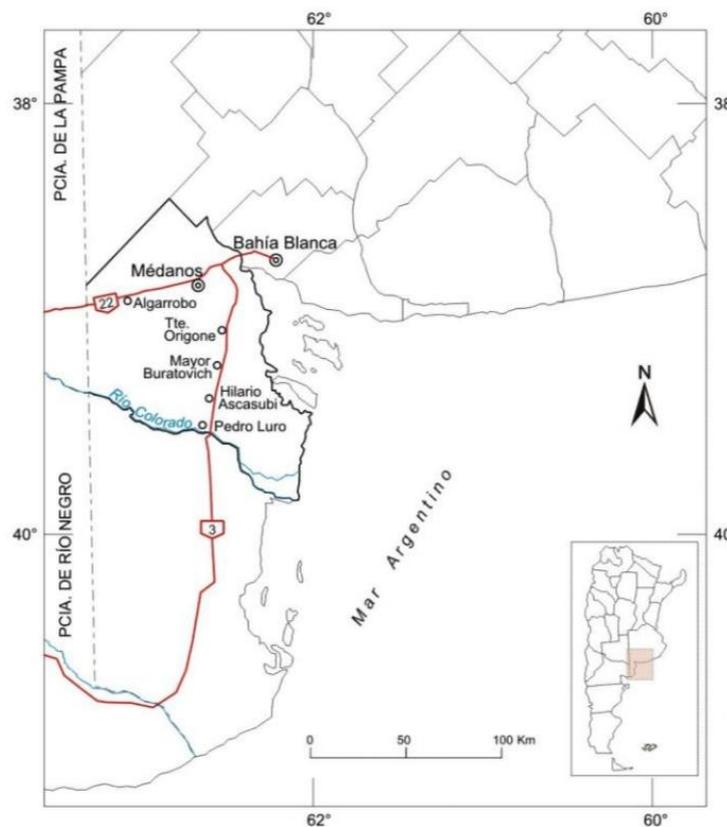


Figura 10: Área de trabajo (Torres Gallardo M. 2017)

Dicha intendencia abarca el área regada por los canales Unificador I (9 Km) y el canal Matriz (28 Km). De este último se desprenden el canal ramal Sur con una longitud de 49 km y el Ramal Norte que llega 55 km de largo. La extensión total de la red primaria es de 140 km generando un área de influencia de 57.000 ha.

Una de mis funciones como coordinador técnico, durante los periodos de corte y temporada de riego, era asistir a un grupo de consorcios de riego en un ámbito territorial determinado con el fin de mejorar el funcionamiento de sus canales, comprobar la dotación de agua que le corresponde a cada consorcista según la legislación vigente. También planificar y controlar la ejecución de las obras necesarias para contribuir al mismo fin y a mejorar la eficiencia en el transporte del agua de riego.

Los consorcios están formados por los regantes de un canal en común, teniendo una comisión directiva y asambleas anuales donde se toman las decisiones más relevantes como pueden ser obras, sueldo del canalero, gastos futuros, inversiones, etc. La descripción de las tareas realizadas se divide en las que corresponden al período de riego y al período de corte de agua, y dentro de ellas se subdividen en las que están relacionadas con la estructura del canal y las concernientes al manejo del agua.

Tareas durante el período de riego

Estructura de un canal

En la figura 11 podemos apreciar la estructura y partes de un canal de la zona de riego detallada.

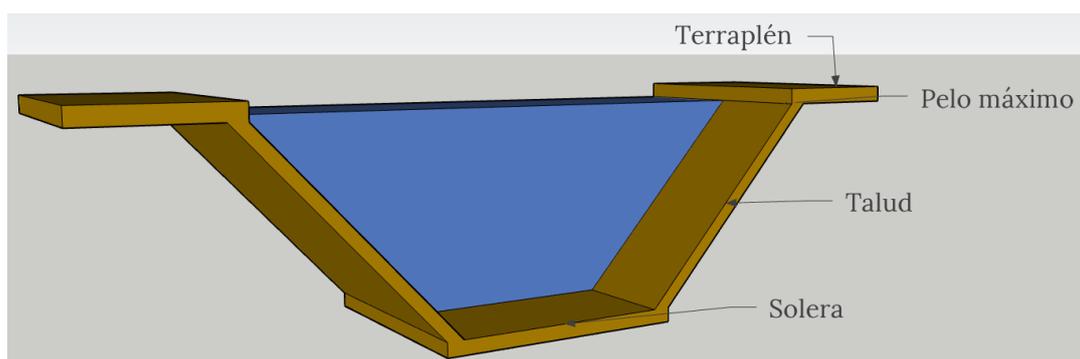


Figura 11: Representación esquemática de un canal- elaboración propia.

La red primaria y secundaria de canales está diseñada sobre el suelo y se emplean los materiales aledaños a las obras para su construcción, de manera que un canal consta en su estructura de diferentes texturas a lo largo de su traza.

Las primeras tareas comienzan con la evaluación general de los canales, a modo de ir registrando las posibles mejoras que en general se proponen durante el receso de agua, aun así, se pueden ir realizando tareas como limpieza de márgenes para construcción de caminos, colocación de puentes etc. que no afectaron el normal funcionamiento del canal (figura 12).

Las primeras recorridas de los canales las coordinamos y efectuamos con el presidente del canal, de manera de tener una visión más amplia de los problemas de funcionamiento. En dichas recorridas, se observó la necesidad de realizar un control



Figura 12: Mantenimiento y construcción de caminos de servicio

químico de malezas aledañas a los canales a fin de poder facilitar al canalero su recorrido diario, además de ciertas malezas, principalmente las que se desarrollan en los taludes, dificultan el traslado de agua.

Se evaluó también el desempeño del canalero y después de una reunión con los regantes se le asignaron nuevas tareas:

- Mantener constancia en las recorridas diarias de los canales.
- Asegurar que todas las compuertas permanezcan cerradas con candado para evitar conflictos entre productores.
- Mantener el buen funcionamiento del curso de agua, evitando atascamientos en el mismo.

- Realizar aforos semanales para evaluar la distribución de los caudales y atender urgencias que pudieran ocurrir.
- Informar al coordinador con antelación la necesidad de realizar mantenimiento de la estructura con las maquinarias correspondientes.

Durante la recorrida se observó que algunos canales secundarios tenían problemas de acumulación de arena proveniente del río. La misma se acumula en los primeros tramos del canal comprometiendo el ingreso de agua desde la compuerta derivadora del canal principal, disminuyendo la carga hidráulica en la derivación con relación al pelo de agua del canal matriz. La única alternativa para esta situación fue la remoción mecánica mediante excavadoras; si bien el trabajo cumplió con los objetivos previstos, la deformación del canal fue irremediable pasando de un canal de sección trapezoidal a uno en forma de U (figura 13). Aun así, durante el resto de la temporada volvió a ingresar arena siendo necesario en algunos casos más de tres limpiezas en la temporada. Dicho esto, no es recomendable una reestructuración hasta que no se encuentre una solución para el ingreso de arena.



Figura 13: Limpieza de embanque dejando el canal con forma de U

Manejo del agua

Dentro de mis funciones, tenía asignado capacitar a los canaleros, encargados y productores, en temas como prácticas de aforo, uso eficiente del agua y en cuestiones que permitan mejorar los rendimientos de la oferta de agua, así como promover cambios de manejo y operación del canal que contribuyeron a disminuir las pérdidas. En muchos casos, cambiando la forma de operar el canal, se logró el mismo objetivo de que el regante reciba el agua que le corresponde, incluso obteniendo un excedente de dotación del recurso.

Dicha operatoria se realizó de la siguiente manera:

- Organización de los embalses durante los turnados para que los regantes aprovechen el agua por tramos, de esta manera, no se encuentra todo el canal en operación, disminuyendo así pérdidas por infiltración.
- La entrega de agua no fue a demanda, cada productor debió esperar su turno preestablecido, reduciendo así tiempo de traslado de agua.
- El canalero recorría diariamente el canal corroborando el correcto funcionamiento del mismo, aforando y controlando que las compuertas que no estuvieran en uso estén con candado.
- Mediante la instalación de aforadores de garganta larga (figura 14) proporcionados por el Consorcio Hidráulico se obtenía una lectura directa del caudal mediante una escala instalada en el mismo. Estos se pueden instalar fácilmente sin necesidad de obras costosas, siendo conveniente que exista un salto aguas abajo para no tener problemas de que la estructura se ahogue (esto es muy frecuente en la zona por el crecimiento de algas) alterando la fidelidad de la lectura. Son también llamados aforadores RBC y su principio consiste en una pequeña elevación en la solera del canal provocando un resalto hidráulico.

El consorcio posee varios para la instalación en canales secundarios que lo requieran. Para su colocación el terreno debe estar perfectamente nivelado.



Figura 14: Medición de caudales (Aforador RBC)

En la tabla 1 se puede observar un aforo realizado por el canalero (aforo completo de un canal secundario). Este es el formato de planilla utilizado para la mayoría de los canales, donde se indica el caudal entregado en la toma y en caso de estar por debajo de la dotación correspondiente, se realiza el reclamo a CORFO. La planilla también nos muestra las pérdidas del canal y este dato se utilizó para realizar un informe con todos los registros.

Tabla 1: Aforo completo de canal secundario

12/10/2019	Aforos 25 Norte					Ha	1293		
Caudal en TOMA	437	Dotación en TOMA	0,34	Dotación entregada por CORFO	0,33	Dotación en compuerta de regante turnado	0,56	% Pérdidas	23,8
								Pérdidas [lts/seg]	104
Regante	Hectáreas	Carga	Ancho	Abertura	Caudal entregado	Caudal correspondiente	Diferencia	% concesión en turnado	
1	50				0	24	24	Seccion 1	7
2	181				0	87	87		26
3	129				0	62	62		19
4	133				0	64	64		19
5	200				0	96	96		29
6	200				119	111	8	Seccion 2	33
7	400	3			214	222	-8		67
TOTAL	1293				333	Signo (-) por debajo de Q correspondiente. Signo (+) por encima del Q correspondiente.			

Tareas durante el período de corte de agua.

Generales

En este periodo redacté a todos los regantes del canal que coordinaba los informes finales de temporada de riego. Estos incluyeron aforo de compuertas, estado del canal, pérdidas, tareas a realizar, horas máquina utilizadas en la temporada de riego y arreglos puntuales de la estructura.

A partir de la visualización y análisis del gráfico de la figura 15 se observa que la construcción de caminos mejora el rendimiento de limpieza de malezas acuáticas. Una vez hecha la limpieza más costosa de terraplenes como pueden ser la extracción de plantas y/o restos de limpiezas anteriores, el mantenimiento se realiza solo con rastra, de manera que es fácilmente costeable para el canal.

Antiguamente, la gran mayoría de los canales secundarios tenían caminos de servicio por un solo margen por el cual transitaban las excavadoras, sin embargo, hoy con la implementación de cadenas tiradas por dos tractores obligó a mejorar el tránsito por los márgenes.

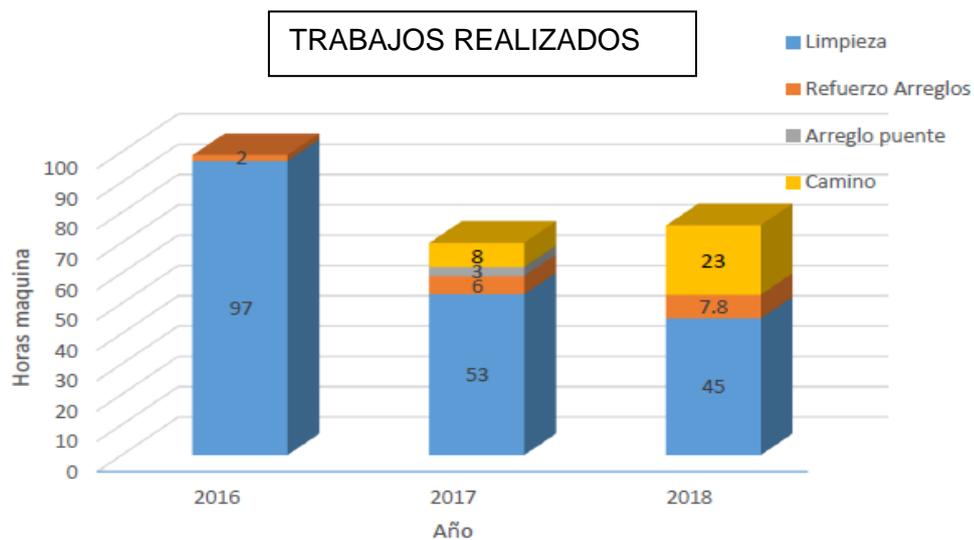


Figura 15: Comparación anual horas máquina de mantenimiento

Estructura del canal:

Durante mi experiencia profesional realicé las siguientes actividades:

- Utilicé el nivel óptico (Figura 16) empleado en nivelación de terrenos para verificar la sección del canal y si la cota de solera del mismo es la correcta para el volumen de agua que debe transportar.



Figura 16: Relevamiento topográfico

- Trabajé en conjunto con los regantes para consensuar las obras necesarias en los canales. Entre ellas, se llevaron a cabo la construcción y reparación de puentes, compuertas, tranqueras, alambrados eléctricos, etc.

- Dentro de los trabajos de gabinete realicé proyectos de reestructuración que luego se aprobaron en las asambleas de consorcios. Para esto se realizó el perfil longitudinal con las cotas de fondo, de terraplenes y de las obras (compuertas, retenciones, puentes, saltos, etc.). El cálculo de movimiento de suelos se relaciona con el volumen aledaño al canal analizado, ya que los métodos de limpieza con excavadoras erosionan el fondo del canal y depositan el material sobre los márgenes. En general, la tierra acumulada es de muy buena calidad para las obras ya que contiene limo proveniente del agua de río. Para ver gráficamente y decidir el objetivo técnico del proyecto se dibujó el perfil en autocad como se detalla en la figura 17 a partir de lo relevado topográficamente con nivel óptico.

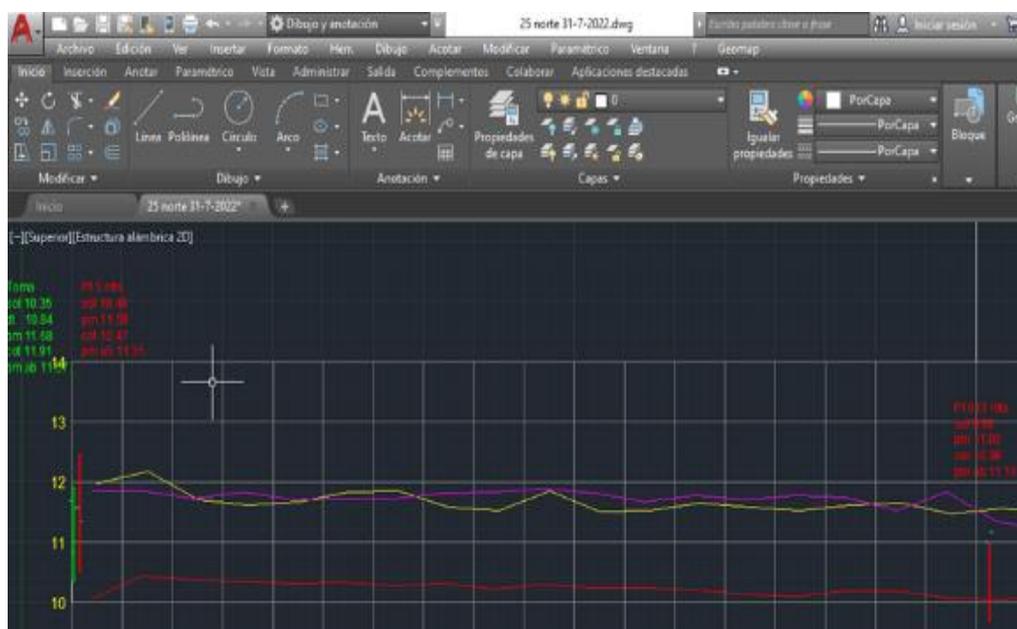


Figura 17: Digitalización del perfil longitudinal

En la reestructuración de un canal podemos considerar 2 alternativas: respetar el proyecto original del canal (disponibles en las intendencias de riego) o guiarnos por la altimetría de sus obras.

Realicé el seguimiento de la ejecución de las obras (figuras 18 y 19), reestructuraciones y demás trabajos de relevancia que se realizaron sobre el canal. Una situación muy frecuente que se me presentó fue tratar de hacer mejoras en cuanto al dominio del canal con respecto a los establecimientos. Esto requiere de un salto hidráulico para elevar el pelo de agua sobre las parcelas de los regantes con dificultades de cota de riego. En algunos casos puntuales con la mejora de dominio, además de la inversión del productor a nivel parcelario, se

ha logrado llegar con el agua a lotes de secano, en los que antes se hacía dificultoso tener un pelo de agua constante para dar cota a las parcelas.



Figura 18 Rectificación de mesada



Figura 19: Ejecución de obras (apertura de un canal secundario)

El cálculo de la sección se puede observar en la figura 20, que fue realizado con el software Hcanal. En casi todos los casos de reestructuración de canales, debido a la crisis y la implementación de turnados de riego, todos los proyectos fueron replanteados

con un nuevo caudal a transportar, ya que antiguamente los canales tenían un diseño “telescópico”, es decir, con mayor sección en la toma y disminuyendo hacia el final. En general, con los turnados de riego se comenzó a adoptar el riego con alto caudal, lo que llevo a redimensionar las secciones en los tramos finales.

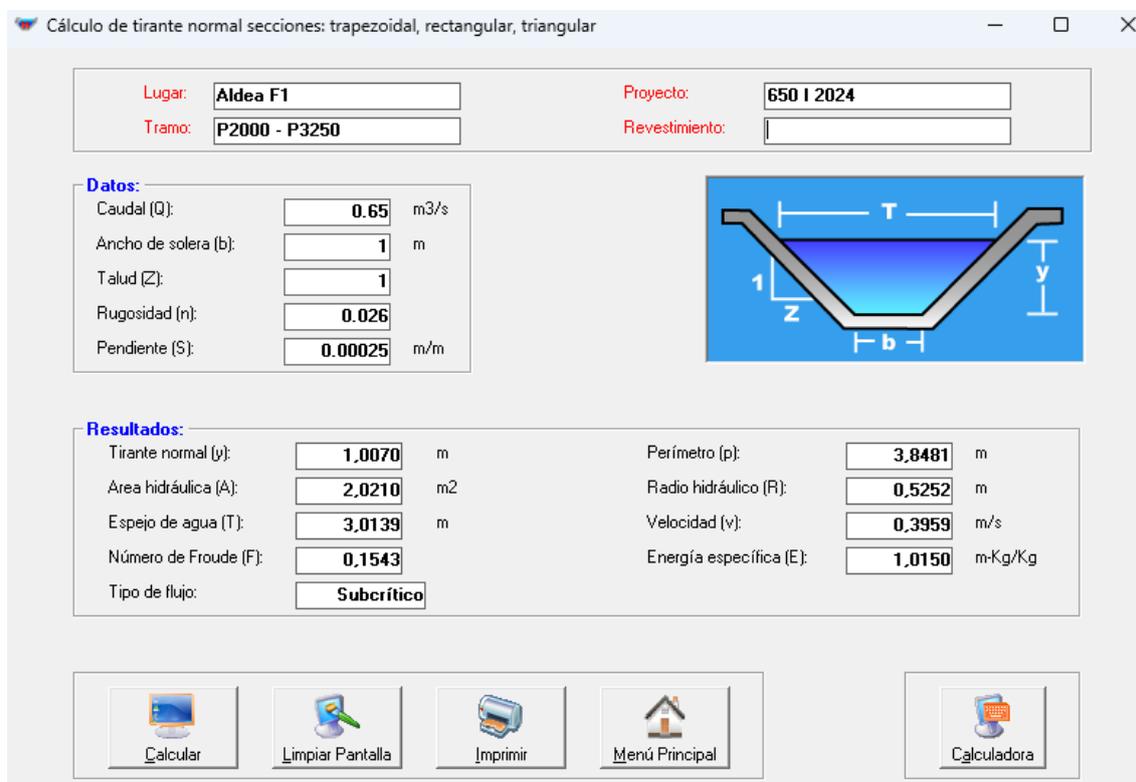


Figura 20: Calculo de sección con Software Hcanal

Manejo del agua:

Se estudió la posibilidad de promover e implementar los turnados de riego para facilitar la información necesaria a los regantes con el fin de que puedan cumplir los turnos de manera correcta. Además, se capacitó a los canaleros, encargados y productores en las prácticas de aforo y el uso eficiente del agua (Tabla 2).

Tabla 2: Turnados de riego de 7 días

Regante	Hectáreas	Horas	Días	Desde	Hasta
1	70	48	2,0	jueves 18:00	sábado 18:00
2	91	62	2,6	sábado 18:00	martes 08:00
3	42	29	1,2	martes 08:00	miércoles 12:40
4	43	29	1,2	miércoles 12:40	jueves 18:00
			0,0		
Total	246	168	7,0		

Debido a la crisis hídrica y con dotaciones de 0.3 l/s/ha se dificultaban las operaciones del canal, por lo que los turnados fueron rápidamente aceptados por los regantes. En definitiva, un turnado consiste en que un regante utilice el agua de todo el canal durante un tiempo determinado, el cual está directamente relacionado con la concesión de riego del productor. Con esta práctica se aumenta considerablemente el volumen de agua erogado, incluso para productores con pocas hectáreas de concesión, lo que lleva a una utilización más eficiente del recurso.

Control de malezas acuáticas

Para eliminar la propagación de malezas acuáticas en los canales se utilizaron 2 sistemas mecánicos de limpieza: con excavadora (figura 21) y el paso de una cadena pesada impulsada por tractores.



Figura 21: Control mecánico con retroexcavadora

De los métodos utilizados, el que presenta las mayores ventajas es la cadena (figura 22), ya que no modifica la sección del canal y tiene un alto rendimiento operativo (2000 metros por hora) en comparación a la excavadora (500 metros por hora). Otra ventaja es que los tractores fueron prestados por los regantes por lo que no es necesario el uso de maquinaria especializada. Como desventaja, la limpieza con cadenas requiere la confección de caminos en ambos márgenes del canal y la presencia constante del canalero, durante y después del trabajo, por la posibilidad de taponamientos en los puentes y retenciones.

Con los reiterados usos de excavadoras se deforma la estructura del canal donde se deben realizar costosas tareas de reestructuración, pudiendo llegar al extremo de tener que borrar el canal y abrirlo nuevamente. Además, los medios mecánicos dejan en el sedimento remanente gran cantidad de propágulos que producen una rápida reinfestación de malezas en el canal.



Figura 22: Control mecánico mediante cadena

En algunas ocasiones utilizamos un control químico para las malezas, donde se aplica al agua del canal sulfato de cobre pentahidratado (SCP) que tiene un 25% de cobre en su formulado. El éxito del tratamiento con este producto depende del tiempo en que las plantas están expuestas al producto ya que su efecto es de contacto. La concentración de cobre depende de la cantidad de producto agregado por volumen de agua que circula por unidad de tiempo, concentración que dentro de ciertos límites permanecerá casi estacionaria. Sin embargo, a partir de una cierta distancia del punto de aplicación la concentración del herbicida tenderá a decrecer por debajo de niveles fitotóxicos.

Las aplicaciones de sulfato de cobre contemplaron:

- Dosis a aplicar: para el cálculo debemos conocer el caudal instantáneo tratando de que se mantenga constante y este no debe ser menor a 200 l/s, para asegurarnos un control de 3000 metros aproximadamente. Pero tuvimos que tener en cuenta la distancia desde el punto inicial del control a las derivaciones del curso principal que hacen las compuertas laterales de los regantes, debido a que las aplicaciones se realizaron sin interrumpir el normal funcionamiento del canal.
- Temperatura: el agua debe superar los 20 °C para que el cobre no precipite, esto ocurre cuando la temperatura ambiente es elevada.
- El registro de los regantes: para que en futuras aplicaciones no estén regando los mismos productores o al menos las mismas parcelas, a los efectos de evitar la acumulación de cobre en los suelos.

La aplicación de SCP en canales se realizó a una dosis constante de 5 partes por millón durante un período de tiempo entre 15 y 18 horas. Se aforó la compuerta para conocer el caudal de agua (l/s) y así determinar la cantidad de SCP a aplicar. La preparación del caldo se realizó diluyendo 1 kg de SCP cada 3 litros de agua. Esta técnica requirió contar con un depósito y un dosificador como se muestra en la figura 23.



Figura 23: Técnica de aplicación de sulfato de cobre pentahidratado (SCP)

En el depósito se almacenó el caldo. Es recomendable que tenga una capacidad superior a los 100 litros. Es importante disponer de un dosificador ya que sin él no es posible mantener constante la dosis aplicada. Con la ayuda de una probeta graduada y un cronómetro, se reguló la cantidad de caldo que salía por el dosificador según el caudal del canal.

En la figura 24 se puede observar el efecto del control del SCP sobre *Chara Contraria* después de tres días de su aplicación, los síntomas observados son una rápida pérdida de color y biomasa que aproximadamente a los 7 días culmina con una desintegración

total de los tejidos. Con altas densidades y si el control no se realizó a tiempo se debería realizar una segunda aplicación debido a que el producto es de contacto.



Figura 24: Efecto del control del SCP sobre chara contraria a 3 días de la aplicación.

Conclusiones

Esta experiencia laboral en el Consorcio Hidráulico fue un complemento indispensable para mi formación académica y personal, debido a que me ha permitido aumentar la experiencia laboral, conocer la realidad socioeconómica de la zona y obtener una visión muy amplia acerca de las actitudes que se deben tomar al momento de enfrentar los problemas cotidianos inherentes a la profesión.

Durante mi entrenamiento profesional se presentaron diversos desafíos a la hora de evaluar alternativas de manejo para los canales secundarios. Si bien las herramientas de manejo son fáciles de implementar, no todos los consorcios de riego logran adoptarlas. Esto depende del tipo de canal, forma en la que opera, su transitabilidad, la concesión de riego de los consorcios o incluso cantidad de regantes pertenecientes al canal en función de la concesión total y el tamaño del mismo. Desde el punto de vista social, hay variabilidad de explotaciones y productores, y a veces resulta difícil afrontar los costos de mantenimiento general de un canal o de una nueva obra.

Durante la temporada de corte de agua he tomado conocimiento sobre diseño de proyectos de riego utilizando varias herramientas como softwares, GPS geodésicos, para luego ejecutarlos y realizar las obras que creí necesarias para mejorar el sistema de riego. En general la zona donde me desempeñé llevaba años de limpieza tradicional con excavadoras por lo que el daño estructural en algunos canales era irreversible.

Con la implementación de los turnados se logró mantener ciertos tramos del canal operativos mediante la utilización del secado, sin necesidad de mantenimiento alguno en la temporada de riego. Además, el turnado de riego concentra mayores caudales para los regantes por lo que se mejora la eficiencia del proceso.

Respecto al control con SCP, este resultó muy eficiente para el control de *Chara contraria*, no así para el caso de *Stukenia pectinata*. Esta técnica combinada con el control mecánico con cadena resulta una de las mejores alternativas que nos permiten mantener baja la población de ambas especies de malezas.

Bibliografía

- Acosta, L.W. 1998. Banco de propágulos de macrófitas sumergidas en el distrito de riego del valle inferior del Río Colorado y su relación con el manejo y los factores ambientales. MS thesis. Universidad Nacional del Sur, 87 p.
- Acosta, L.W., M.R. Sabbatini, L.F. Hernández, O.A. Fernández. 1998. Regeneración de cuerpos reproductivos de *Potamogeton pectinatus*, *Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris* y *Chara contraria*: efecto de la temperatura. PHYTON 63:167-178.
- Ancía, V. Sánchez R. Aragón M, 2014. Evaluación del comportamiento del sistema de canales secundarios de riego del Valle Bonaerense del Río Colorado.
- Barrena P. G., Gaggioli I. 2015. Control químico de *Chara contraria* en canales de riego. Área de Desarrollo. CORFO Río Colorado.
- Bentivegna D.J., M.A. Burgos, J. Villalba, O.A. Fernández. 2001. Efecto del tamaño y profundidad de siembra de tubérculos sobre la emergencia y crecimiento de *Potamogeton pectinatus* L. 23 st. Brazilian Congress of Weed Science. 29/7-2/8
- Bentivegna, D. J., O. A. Fernández. 2005. Factors affecting the efficacy of Acrolein in irrigation channels in southern Argentina. Weed Research 45: 1-7 de 2001. Gramado. Brasil
- Caceres, E. J., C. Gardey y O. Fernandez. 1990. Novedades carológicas argentinas. IV. Sinopsis de *Chara contraria* en la República Argentina disponible en: <https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2018/08/37-42006.pdf>
- Caisova, Lenka & Gąbka, Maciej. 2009. Charophytes (Characeae, Charophyta) in the Czech Republic: Taxonomy, autecology and distribution. Fottea.
- Carbó, J.I. 2014. Balance hidrosalino 2011-2012. Valle Bonaerense del Río Colorado. Documento CORFO (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado).
- Cazenave, H.W. 2017. Casa de Piedra: efectos de las aguas claras en la hidrografía del río Colorado. Boletín geográfico, 39, 109-125
- COIRCO. 2014. COIRCO EDUCATIVO. LA CUENCA. Disponible en: <https://www.coirco.gov.ar/educativo/lacuenca.html>
- CONSORCIO HIDRAULICO. 2020. Fundamentos de la Transferencia del Sistema de riego del Valle Bonaerense del Río Colorado a los regantes.

- CONSORCIO HIDRAULICO. 2019. Situación hídrica, productiva y económica del Valle Bonaerense del Río Colorado.
- CORFO Río Colorado 2019. Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado. Estadísticas.
- García Murillo, P. 1989. El género *potamogeton L.* en la Península Ibérica. Tesis Doctoral Inédita. Universidad de Sevilla, Sevilla. Pag 259-275
- Lucanera, G. 2018. Banco de Datos Socioeconómicos de la Zona de CORFO - Río Colorado. Estimación del Producto Bruto Agropecuario Regional. 2017/2018. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Economía.
- Lucanera, G. 2020. Banco de Datos Socioeconómicos de la Zona de CORFO - Río Colorado. Estimación del Producto Bruto Agropecuario Regional. 2019/2020. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Economía.
- Pieterse A.H. 1990. Introduction. En: A.H. Pieterse y KJ. Murphy (Eds.) Aquatic Weeds, the Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation. Oxford University Press, Oxford, U.K. pp 3-16.
- R.J. Van Wijk. 1988. Ecological studies on *Potamogeton pectinatus L.* I. General characteristics, biomass production and life cycles under field conditions Aquat. Bot.
- RIAN. 2007. Descripción de la zona I, partidos Bonaerenses de Villarino y Patagones, área de influencia de la EEA INTA Hilario Ascasubi. Disponible en: www.inta.gob.ar
- Sytsma M. Parker M. 1999. Aquatic Vegetation in Irrigation Canals. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/37765551.pdf>
- Van Zon, J.C.J. 1976. Status of biotic agents other than insects or pathogens as biocontrols. Proc., 4th International Symp. on Biocontrol of Weeds, Gainesville, FL. pp. 245-250